Aus der Universitätsklinik und Poliklinik
für Hals-, Nasen- und Ohrenkranke im Kopfklinikum Würzburg
Direktor: Prof. Dr. W. Kley

DER POSTROTATORISCHE NYSTAGMUS NACH SUPRAMAXIMALER STIMULATION

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Marianne Fischer

aus Kürnach

Würzburg, den 2. November 1979

1980

Aus der Universitätsklinik und Poliklinik
für Hals-, Nasen- und Ohrenkranke im Kopfklinikum Würzburg
Direktor: Prof. Dr. W. Kley

DER POSTROTATORISCHE NYSTAGMUS NACH SUPRAMAXIMALER STIMULATION

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Marianne Fischer

aus Kürnach

Würzburg, den 2. November 1979

Referent: Prof. Dr. med. C.F. Claussen

Korreferent: Prof. Dr. med. W. Kley

Dekan: Prof. Dr. med. K.-H. Wulf

Tag der mündlichen Prüfung: 22. Januar 1980

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Würzburg

Meinen lieben Eltern

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
I.	EINLEITUNG	1
II.	EXPERIMENTE	2
2.1	Elektronystagmographie	2
2.2	Der Drehstuhl	3
2.3	Der Rotatorische Intensitäts-Dämpfungs-Test (RIDT)	5
2.4	Datenerfassung	9
2.5	Datenauswertung	12
III.	ERGEBNISSE	14
3.1	Alters- und Geschlechtsverteilung	14
3.2	Die postrotatorische Nystagmuslatenz	16
3.3	Der Spontannystagmus	20
3.4	Der postrotatorische Nystagmus	20
3.4.1	Verteilungshistogramme der postrotatorischen Nystagmusschlagraten in 5-sec-Intervallen	20
3.4.2	Die Zusammenfassung der postrotatorischen Nystagmusschlagraten in doppellogarithmischen Schlagsummenbereichen	53
IV.	DISKUSSION	85
4.1	Die postrotatorische Vestibularisprüfung	85
4.2	Die postrotatorische Nystagmusreaktion	86
4.3	Die Normierung der postrotatorischen Nystagmusreaktion I	92
V.	ZUSAMMENFASSUNG	95
VI.	LITERATURVERZEICHNIS	96

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543512_0029

I. EINLEITUNG

Unter den neurootologischen experimentellen Gleichgewichtsfunktionsprüfungen nehmen neben den monauralen kalorischen Vestibularisprüfungen vor allem die binauralen rotatorischen Prüfungen einen breiten Platz ein. Dabei lassen sich grob gesprochen drei verschiedene Stimulustypen voneinander unterscheiden: HENRIKSSON, RUBIN, JANEKE und CLAUSSEN.

Dies sind die sinusoidalen Stimuli, die mit Hilfe von Pendeldrehstühlen erzeugt werden, die trapezoidalen Stimuli, die mit Hilfe von linear programmierten, elektronisch gesteuerten Drehstühlen erzeugt werden und die triangulären Stimuli, bei denen nach einer Andrehphase durch mehr oder weniger abruptes Abbremsen des Drehstuhles eine kurzfristige Bremsbeschleunigung erzeugt wird. Kombinationen der drei Verfahren sind möglich. So benutzt der von CLAUSSEN verwendete RIDT (rotatorischer Intensitäts-Dämpfungs-Test) eine Kombination aus dem trapezoidalen und dem triangulären Stimulusmuster.

Die vorliegende Arbeit untersucht die klinischen Ergebnisse der triangulären Komponente, d.h. die Bremskomponente des RIDT auf die postrotatorische Nystagmusreaktion I.

Der Vorzug dieses Bremsimpulses liegt darin, daß man sehr hohe Beschleunigungsstimuli erzielen kann, in diesem Falle einen supramaximalen Stimulus von $270^{\circ}/sec^{2}$.

Mit der vorliegenden Arbeit untersuchen wir zum einen die Schlagratendynamik des Postrotatorius I und zum anderen die Latenzverhältnisse zwischen dem nadelförmigen Stimulus und dem Einsetzen der ersten Nystagmusschläge.

II. EXPERIMENTE

2.1 Elektronystagmographie

Bei 2012 Patienten der Neurootologischen Abteilung der Universitäts-HNO-Klinik Würzburg im Kopfklinikum Würzburg und bei 110 Patienten der Neurootologischen Abteilung des Städtischen Wenckebach-Krankenhauses Berlin wurden Elektronystagmogramme mit derselben Technik (binokulär) angefertigt.

In beiden Labors ist mit Hilfe des Dr. Tönnies-Elektronystagmographen und -Drehstuhles jeweils die Zweikanal-Elektronystagmographie des RIDT durchgeführt worden.

Die Elektronystagmographie beruht darauf, daß der Augenbulbus des Menschen an der Retina negativ und an der Cornea positiv geladen ist. Die elektrische Eigenbatterie markiert den Augenbulbus. In der klassischen Elektronystagmographie, wie sie entsprechend den Empfehlungen von HENRIKSSON, RUBIN, JANEKE und CLAUSSEN durchgeführt wird, leitet man die horizontalen Augenbewegungen mit Hilfe eines Elektrodenpaares in beiden äußeren Augenwinkeln ab. Für die Ableitung der vertikalen Augenbewegungen wird ein Elektrodenpaar über und unter dem linken Auge angebracht. Bringt man auf jeder Seite neben dem Auge eine Elektrode an, d.h. ein horizontales oder ein vertikales Elektrodenpaar, dann kann man mit Hilfe dieser Elektroden das elektrische Feld an den Hauptaustrittspunkten ableiten. Bewegt sich das Auge bei festsitzenden Elektroden, so kommt es zu Widerstandsstreckenverschiebungen. Diese Widerstandsstreckenverschiebungen werden als Potentialschwankungen in dem Kreislauf zwischen den Elektrodenpaaren darstellbar. Bei monokulärer Ableitung entspricht 1° Augenbewegung etwa einer Potentialveränderung von 25-30 Mikrovolt (SCHÜTTLER, FRÖLICH).

Dieses Verfahren ist bei den von uns ausgewerteten Patienten angewendet worden. Die horizontalen Augenbewegungen fallen bei binokulärer Ableitung im Elektronystagmogramm natürlich stärker aus, da zu ihrer Entstehung die Batteriespannungen von zwei Augen beitragen. Allerdings beinhaltet dieses Verfahren den Nachteil, daß horizontale Nystagmusdissoziationen unentdeckt bleiben. Auf dem ENG erscheinen die Nystagmusschläge als typische Dreiecksignale

mit einem steileren Basiswinkel, der die schnelle Nystagmusphase kennzeichnet, und einem flacheren Basiswinkel, der die langsame Nystagmusphase abbildet. Nystagmusschläge, bei denen auf der Kurve die schnelle Nystagmusphase nach oben zeigt, sind in der horizontalen ENG-Spur Rechtsnystagmen und in der vertikalen ENG-Spur Aufnystagmen. Nystagmusschläge, bei denen der größere Basiswinkel nach unten weist, sind in der horizontalen Spur Linksnystagmen und in der vertikalen Spur Abwärtsnystagmen.

2.2 Der Drehstuhl

Im Gegensatz zu der am häufigsten verwendeten experimentellen Vestibularisprüfung mit kalorischen Stimuli, bietet die experimentellen Vestibularisprüfung mit rotatorischen Stimuli den Vorteil der genaueren Stimulusdosierung. Dabei wird aber der Nachteil in Kauf genommen, daß nicht monaural sondern binaural beide in der Drehebene liegende Vestibularisrezeptoren gereizt werden. Der Dr. Tönnies-Drehstuhl (s. Abb. 1), der sowohl bei den 110 Berliner als auch bei den 2012 Würzburger Patienten angewendet wurde, ist ein sog. elektronisch programmierter Drehstuhl. Winkelmarken auf dem Treibrad werden photooptisch abgegriffen und dienen als Steuerimpulse für das Gerät. Die Bewegungen des Drehstuhles werden auf zwei Meßinstrumenten fortlaufend hinsichtlich des angulären Beschleunigungs- und des Geschwindigkeitswertes abgebildet. Über Programmschalter ist es möglich, bestimmte Geschwindigkeits- und Beschleunigungswerte linear vorzuprogrammieren.

Für die Elektronystagmographie stellt der Drehstuhl, im Gegensatz zum schwingenden Pendelstuhl, das technische Problem dar, daß die ENG-Elektroden nicht direkt über Kabel an den Verstärker und den Polygraphen angeschlossen werden können. Kabel würden nämlich durch die fortlaufende Rotation abgedreht werden. Der Dr. Tönnies-Drehstuhl führt in unmittelbarer Nachbarschaft seiner Drehachse Schleifringe und Schleifkontakte, über welche die elektrische Speisespannung einem an der Rückenlehne des Drehstuhles befestigten ENG-Vorverstärker zugeführt wird. In diesem Vorverstärker, der mit dem Drehstuhl ständig umläuft, werden die von den Augenelektroden kommenden Nystagmussignale aus dem Mikrovoltbereich in den Voltbereich verstärkt. Über abführende Leitungen und

Abb. 1: Der Tönnies-Drehstuhl

ein weiteres Schleifringsystem nahe der Drehstuhlachse, werden die verstärkten ENG-Signale von dem Drehstuhl an den Endverstärker abgegeben. Der Endverstärker überspielt die Signale dann an das Schreibgalvanomet des Zwei-Kanal-Thermoschreibers von Dr. Tönnies. Der Vorteil eines solchen, mit ENG kombinierten Drehstuhlsystemes, ist darin zu sehen, daß sowohl die per- und postrotatorischen Drehbeschleinigungsstimuli als auch die durch die Stimuli ausgelösten per- und postrotatorischen Nystagmusreaktionen quantitativ meßbar sind. Darüber hinaus können die Stimuli linear programmiert werden.

2.3 Der rotatorische Intensitäts-Dämpfungs-Test (RIDT)

Der von CLAUSSEN entwickelte RIDT (s. Abb. 2) faßt eigentlich zwei unterschiedliche Vestibularisprüfungen in einem Test zusammen. Dies geschieht aus technischen Gründen und mit Rücksicht auf den Patienten. Mit einer linear programmierten supraliminalen angulären Beschleunigungsphase von $3^{\circ}/sec^{2}$ fährt der Drehstuhl während 30 Sekunden an. Dann folgt eine 180 Sekunden lange Phase von $90^{\circ}/sec$ angulärer Geschwindigkeit. Während dieser zweiten Phase sollen die nur auf Beschleunigung ansprechenden Vestibularrezeptoren ihre Erregung herabdämpfen, denn bei konstanter Geschwindigkeit herrscht keine Beschleunigung. Am Ende dieser konstanten Drehphase bremst der Drehstuhl in einer Drittelsekunde auf $0^{\circ}/sec$ ab, d.h. es entsteht eine dem Drehsinn entgegenlaufende Bremsbeschleunigung von $270^{\circ}/sec^{2}$. Dies ist ein supramaximaler Beschleunigungsimpuls. Bei dem Versuch sitzt der Patient mit 30 Grad anteflektiertem Haupt auf dem Drehbeschleuniger. Die Augen sind geschlossen, um einen gleichzeitigen optokinetischen Nystagmus zu vermeiden. Ferner ist der Versuchsraum abgedunkelt.

Im RIDT werden ein Rechtsdrehvorgang und ein Linksdrehvorgang per- und postrotatorisch ausgewertet. Während des Rechtsdrehvorganges entstehen ein perrotatorischer Rechtsnystagmus und ein postrotatorischer Linksnystagmus. Während des Linksdrehversuches entstehen ein perrotatorischer Linksnystagmus und ein postrotatorischer Rechtsnystagmus.

Die Nystagmusreaktionen werden fortlaufend elektronystagmographisch aufgezeichnet. Im Anschluß an den experimentellen Teil werden die Elektronystagmogramme entsprechend den von CLAUSSEN angegebenen Vorschriften qualitativ und quantitativ ausgewertet.

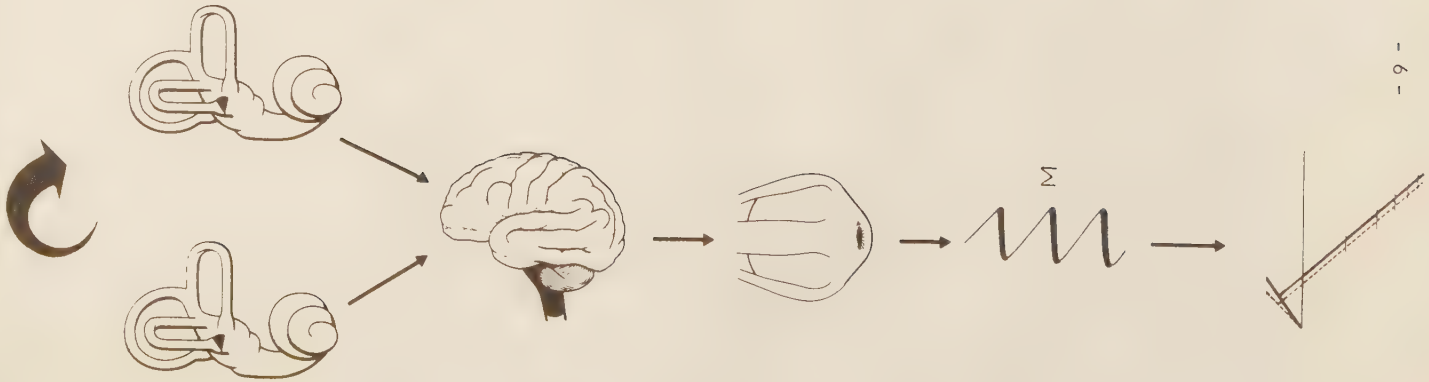
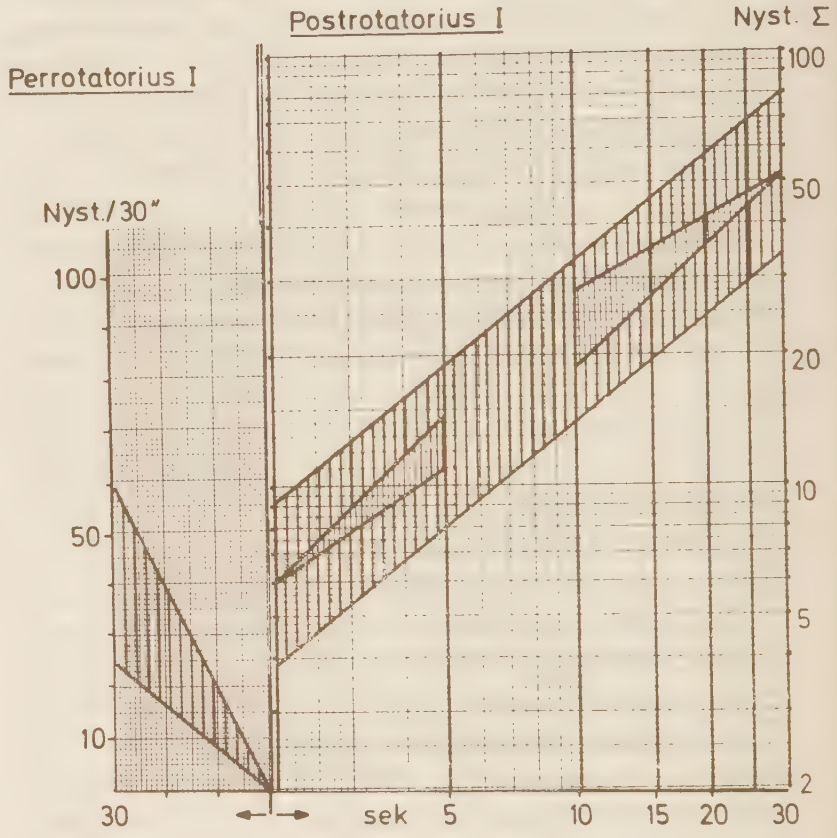


Abb. 2 : Informationsflußdiagramm des RIDT

Das perrotatorische Elektronystagmogramm wird nach Drehbeginn fortlaufend in 10-Sekunden-Intervalle unterteilt. Entsprechend den in Kapitel 2.1 gemachten Angaben über die Klassifizierung von horizontalen Nystagmusschlägen, werden im Rechtsdrehversuch perrotatorisch alle Rechtsnystagmusschläge und postrotatorisch alle Linksnystagmusschläge ausgezählt. Im Linksdrehversuch werden perrotatorisch alle Linksnystagmusschläge und postrotatorisch alle Rechtsnystagmusschläge ausgezählt. Mit Hilfe des von CLAUSSEN angegebenen L-Schemas werden die während 30 Sekunden im Kulminationsbereich ermittelten Nystagmusschlagraten als Kennlinien abgebildet. Die Kennlinie des perrotatorischen Rechtsnystagmus wird als durchgezogene Linie zum Nullpunkt des Systems geführt, die Kennlinie des perrotatorischen Linksnystagmus als gestrichelte Linie zum Nullpunkt des Systems geführt. Die Kennlinien bilden in einem linearen Intensitätsmaßstab die maximale Reaktionsdynamik der perrotatorischen Nystagmusschlagraten ab, d.h. für die Abbildung wird die Schlagsummenachse des Perrotatorius I verwendet, die sich maximal während 30 Sekunden aus den zentral benachbarten Zählfenstern heraussuchen läßt. Dieses perrotatorische Nystagmuskumulationsintervall ist also zeitlich vom Lagepunkt her variabel, nicht aber von der Ausdehnung her.

Der in der vorliegenden Arbeit statistisch ausführlich bearbeitete postrotatorische Nystagmus wird in 5-Sekunden-Intervallen vom Stop an über 30 Sekunden ausgezählt. Zur Darstellung auf den sechs Ordinatenparallelen im L-Schema werden die 5-Sekunden-Schlagraten integriert. In dem Schema entsteht eine linear optimierte Kennlinie dadurch, daß sowohl die horizontale Zeitachse als auch die vertikale Schlagsummenachse logarithmisch geteilt sind. Die Reaktionskennlinien für den Rechtsnystagmus werden ausgezogen und die für den Linksnystagmus gestrichelt gezeichnet und jeweils mit den perrotatorischen Rechts- bzw. Linksnystagmuskennlinien verbunden (s. Abb. 3). Diese Verbindung geschieht aber nur aus darstellerischen mnemotechnischen Gründen.

Rotatorischer Intensitäts – Dämpfungs – Test (RIDT) nach Claussen



NYSTAGMUS	Rechtsgerichtet (———)			Linksgerichtet (– – –)		
	Phasen	Schlagzahl	Schlagsumme	Phasen	Schlagzahl	Schlagsumme
Perrotatorius						
Postrotatorius						
0. – 5. Sek.						
6. – 10. "						
11. – 15. "						
16. – 20. "						
21. – 25. "						
26. – 30. "						
Spontannystagmus						

Abb. 3

Rotatorischer Intensitäts- Dämpfungs - Test (RIDT

P A T. - A K T E

Druck Boegler, Würzburg - Univ. Kopfklinik Würzburg - 5.000 - HNO 30 a-c

2.4 Datenerfassung

Mit Hilfe der Markierungsbelege des Systems NODEC II haben wir die Untersuchungsergebnisse aller 2122 Patienten computergerecht erfaßt. Wir verwenden dazu den Bogen NODEC II Nr. 4 (s. Abb. 4). Dieser Bogen ist in drei Teile gegliedert. Im Kopf trägt er die Patientenidentifikation Dort werden Geburtsdatum, das altersabhängige Geschlecht und der Untersuchungstag im BCD-Code markiert. Als weitere Identifikationsdaten sind dort der Behandlungsort, der Anfangsbuchstabe des Namens und die Nummer der Untersuchung markiert. Dieser Abschnitt gewährleistet eine eindeutige Identifikation des Patienten und seiner per- und postrotatorischen Untersuchung. Sie entspricht einer verwaltungstechnischen Notwendigkeit.

Links unter dem Identifikationsfeld findet man die synoptische L-Kennlinien-Graphik. Hier werden auf einen Blick für den Arzt alle Teilergebnisse in einem Kennlinienmuster zusammengefaßt. Dieses Kennlinienmuster ist darüberhinaus noch Normbereichen gegenübergestellt, so daß der Beschauer schnell erfassen kann ob die einzelnen Kennlinien in der Norm oder unter der Norm liegen und in welchem Verhältnis sie zu den anderen Kennlinien stehen.

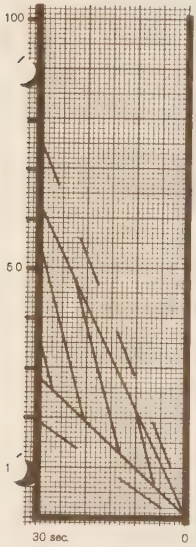
Im dritten Abschnitt, neben der Graphik, sind die Meßwerte in computerlesbaren Schwärzungscodes markiert. Diese Codes wurden bei der Firma SYSTEMFORM am Chiemsee gelesen und für uns mit Hilfe eines Computerprogrammes umgesetzt. Das Programm erlaubt es, alle Daten nacheinander alpha-numerisch in Lochkarten zu stanzen. Die folgenden Variablen werden als V gekennzeichnet. Insgesamt haben wir für die vorliegende Arbeit folgende Personen- und Meßdaten von V_1-V_{42} für die rechnerische Arbeit verwendet:

I-Nummer | Geburtsdatum Tag | Monat | Jahr | Schl | Kennbuchst | Untersuchungsdatum Tag | Monat | Jahr | Name

Beleg-Art 10 20 40 80 | 1 2 3 4 8 | Behandlungsort Würzburg 1 2 4 8 16
Geburtstag | Geburtsmonat | Geburtsjahr
1 2 4 8 16 | 1 2 4 6 8 | 0 10 20 40 80 | 0 1 2 4 8
Schlüssel | 0 1 2 4 8 | Untersuchungs-Nr | 1 2 4 8 16
Kennbuchstabe | 1 2 AB CD EF | GH IJ KL MN OP | QR ST UV WX YZ
Untersuchungsdatum Tag 1 2 4 8 15 | Monat 1 2 4 6 8 | Jahr 70 1 2 4

NEUROOTOLOGISCHE PRÜFUNGEN II · VESTIBULO-OKULÄRES SYSTEM

PERROT I Nyst./30 sec.



POSTROT I Nyst.

3. Postrotatorius I 0-5 sec.

rechts | links

Schlag-zahl 1 2 4 8 10 | 20 40 80 100 | Schlag-zahl 1 2 4 8 10 | 20 40 80 100
Schlag-summe 1 2 4 8 10 | 20 40 80 100 | Schlag-summe 1 2 4 8 10 | 20 40 80 100

6-10 sec.

rechts | links N.G.

Schlag-zahl 1 2 4 8 10 | 20 40 80 100 | Schlag-zahl 1 2 4 8 10 | 20 40 80 100
Schlag-summe 1 2 4 8 10 | 20 40 80 100 | Schlag-summe 1 2 4 8 10 | 20 40 80 100

11-15 sec.

rechts | links N.G.

Schlag-zahl 1 2 4 8 10 | 20 40 80 100 | Schlag-zahl 1 2 4 8 10 | 20 40 80 100
Schlag-summe 1 2 4 8 10 | 20 40 80 100 | Schlag-summe 1 2 4 8 10 | 20 40 80 100

16-20 sec.

rechts | links N.G.

Schlag-zahl 1 2 4 8 10 | 20 40 80 100 | Schlag-zahl 1 2 4 8 10 | 20 40 80 100
Schlag-summe 1 2 4 8 10 | 20 40 80 100 | Schlag-summe 1 2 4 8 10 | 20 40 80 100

21-25 sec.

rechts | links N.G.

Schlag-zahl 1 2 4 8 10 | 20 40 80 100 | Schlag-zahl 1 2 4 8 10 | 20 40 80 100
Schlag-summe 1 2 4 8 10 | 20 40 80 100 | Schlag-summe 1 2 4 8 10 | 20 40 80 100

26-30 sec.

rechts | links N.G.

Schlag-zahl 1 2 4 8 10 | 20 40 80 100 | Schlag-zahl 1 2 4 8 10 | 20 40 80 100
Schlag-summe 1 2 4 8 10 | 20 40 80 100 | Schlag-summe 1 2 4 8 10 | 20 40 80 100

1. Spontannystagmus

rechts | links N.G.

Schlag-zahl 1 2 4 8 10 | 20 40 80 100 | Schlag-zahl 1 2 4 8 10 | 20 40 80 100

2. Perrotatorius

rechtsg. | linksg. N.G.

Schlag-zahl 1 2 4 8 10 | 20 40 80 100 | Schlag-zahl 1 2 4 8 10 | 20 40 80 100
Phase 1 2 4 8 10 | 20 40 80 100 | Phase 1 2 4 8 10 | 20 40 80 100
Kumulation | Kumulation

4. Latenz postrot. in ms

rechts | links N.G.

30 60 120 240 480 | 500 1000 2000 5000 10000 | 30 60 120 240 460 | 500 1000 2000 5000 10000

5. Trapezoide Drehbeschleunigungs-Schwelle

rechts | links

rotat. 0,1 0,2 | 1 2 | pendelf. 0,4 0,8 | 4 8 °/sec²
rotat. 0,1 0,2 | 1 2 | pendelf. 0,4 0,8 | 4 8 °/sec²

Entwurf + Druck: system-form Verfahren nach Priv.-Doz. Dr. C. F. Claussen 821/1173

Abb. 4

VARIABLENLISTE

V_1	= Identifikationsnummer	
V_2	= Geschlecht (1=männlich, 2=weiblich, 3= männl. + weibl.)	
V_3-V_5	= Geburtsdatum (V_3= Tag, V_4= Monat, V_5= Jahr)	
V_6	= wievielte Untersuchung	
V_7-V_9	= Untersuchungsdatum (V_7= Tag, V_8= Monat, V_9= Jahr)	
V_{10}	= Spontannystagmus rechts	
V_{11}	= Spontannystagmus links	
V_{12}	= Perrotatorius rechts Schlagzahl	
V_{13}	= Perrotatorius links Schlagzahl	
V_{14}	= Perrotatorius rechts Kumulation	
V_{15}	= Perrotatorius links Kumulation	
V_{16}	= Postrotatorius rechts Schlagzahl	0 - 5 Sekunden
V_{17}	= Postrotatorius links Schlagzahl	0 - 5 Sekunden
V_{18}	= Postrotatorius rechts Schlagsumme	0 - 5 Sekunden
V_{19}	= Postrotatorius links Schlagsumme	0 - 5 Sekunden
V_{20}	= Postrotatorius rechts Schlagzahl	6 - 10 Sekunden
V_{21}	= Postrotatorius links Schlagzahl	6 - 10 Sekunden
V_{22}	= Postrotatorius rechts Schlagsumme	6 - 10 Sekunden
V_{23}	= Postrotatorius links Schlagsumme	6 - 10 Sekunden
V_{24}	= Postrotatorius rechts Schlagzahl	11 - 15 Sekunden
V_{25}	= Postrotatorius links Schlagzahl	11 - 15 Sekunden
V_{26}	= Postrotatorius rechts Schlagsumme	11 - 15 Sekunden
V_{27}	= Postrotatorius links Schlagsumme	11 - 15 Sekunden

V_{28}	= Postrotatorius rechts Schlagzahl	16 - 20 Sekunden
V_{29}	= Postrotatorius links Schlagzahl	16 - 20 Sekunden
V_{30}	= Postrotatorius rechts Schlagsumme	16 - 20 Sekunden
V_{31}	= Postrotatorius links Schlagsumme	16 - 20 Sekunden
V_{32}	= Postrotatorius rechts Schlagzahl	21 - 25 Sekunden
V_{33}	= Postrotatorius links Schlagzahl	21 - 25 Sekunden
V_{34}	= Postrotatorius rechts Schlagsumme	21 - 25 Sekunden
V_{35}	= Postrotatorius links Schlagsumme	21 - 25 Sekunden
V_{36}	= Postrotatorius rechts Schlagzahl	26 - 30 Sekunden
V_{37}	= Postrotatorius links Schlagzahl	26 - 30 Sekunden
V_{38}	= Postrotatorius rechts Schlagsumme	26 - 30 Sekunden
V_{39}	= Postrotatorius links Schlagsumme	26 - 30 Sekunden
V_{40}	= Latenz postrotatorisch rechts msec	
V_{41}	= Latenz postrotatorisch links msec	
V_{42}	= Alter bei Untersuchung	

2.5 Datenauswertung

Die Datenauswertung erfolgte mit freundlicher Unterstützung von Frau Dr. HAUBITZ vom Rechenzentrum in Würzburg auf dem in diesem Zentrum vorhandenen Zentralrechner TR-440.

Graphische Zusammenstellungen, die aus den Rechnungen erforderlich wurden, sind mit der an diesen Rechner angeschlossenen Zeichenmaschine, einem CALCOMP-PLOTTER, durchgeführt worden. Die betreffenden Programme für den Plotter wurden von Frau Dr. HAUBITZ speziell für das in dieser Arbeit angesprochene Problem erstellt.

Mit dem Zentralrechner wurden absolute und relative Auszählungen vorgenommen. Außerdem wurden für das quantitative Datenmaterial Normalverteilungen

mit Mittelwert und Standardabweichungen berechnet, deren Schiefe und Exzess zusätzlich berechnet wurden.

Mit dem STUDENT'schen T-Test sind die Voraussetzungen der gleichen Streuung und Normalität überprüft worden. So wurden z.B. die Unterschiede der Altersgruppen durch den STUDENT'schen T-Test gesichert.

Korrelationen und Regressionen wurden mit den üblichen Programmen des Universtitäts-Recheninstitutes berechnet.

III. ERGEBNISSE

3.1 Alters- und Geschlechtsverteilung

Das Alter der 2122 Patienten läßt sich dekadenweise in neun Klassen unterteilen. Der Hauptgipfel der Verteilung liegt im Histogramm bei 30–59 Jahren. Im Mittel war das untersuchte Kollektiv 40.95 Jahre alt mit einer Standardabweichung von 19.32 Lebensjahren.

Die Geschlechtsverteilung weist aus, daß 1231 Personen (58 %) männlichen und 891 Personen (42 %) weiblichen Geschlechts sind. (s. Abb. 5).

Die geschlechtsspezifische Altersverteilung zeigt, daß der Gipfel bei Männern bei 30–49 Jahren, bei Frauen bei 50–59 Jahren liegt (s. Abb. 6).

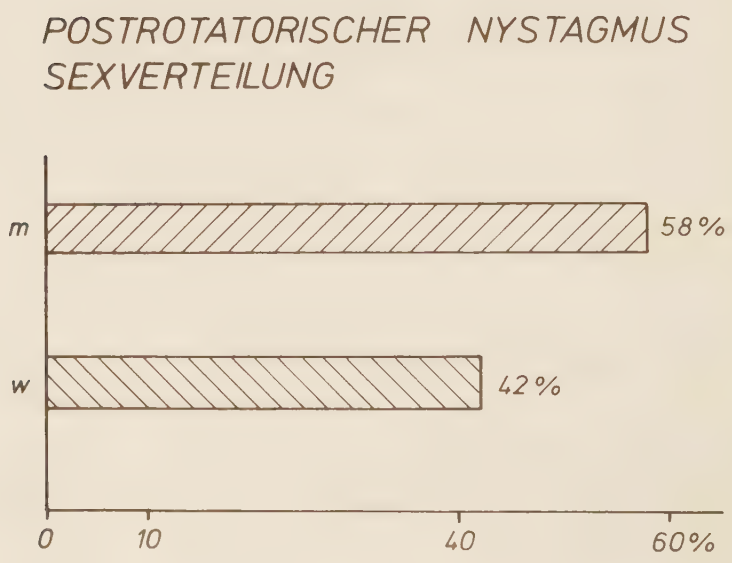


Abb. 5

POSTROTATORISCHER NYSTAGMUS ALTERSHISTOGRAMM

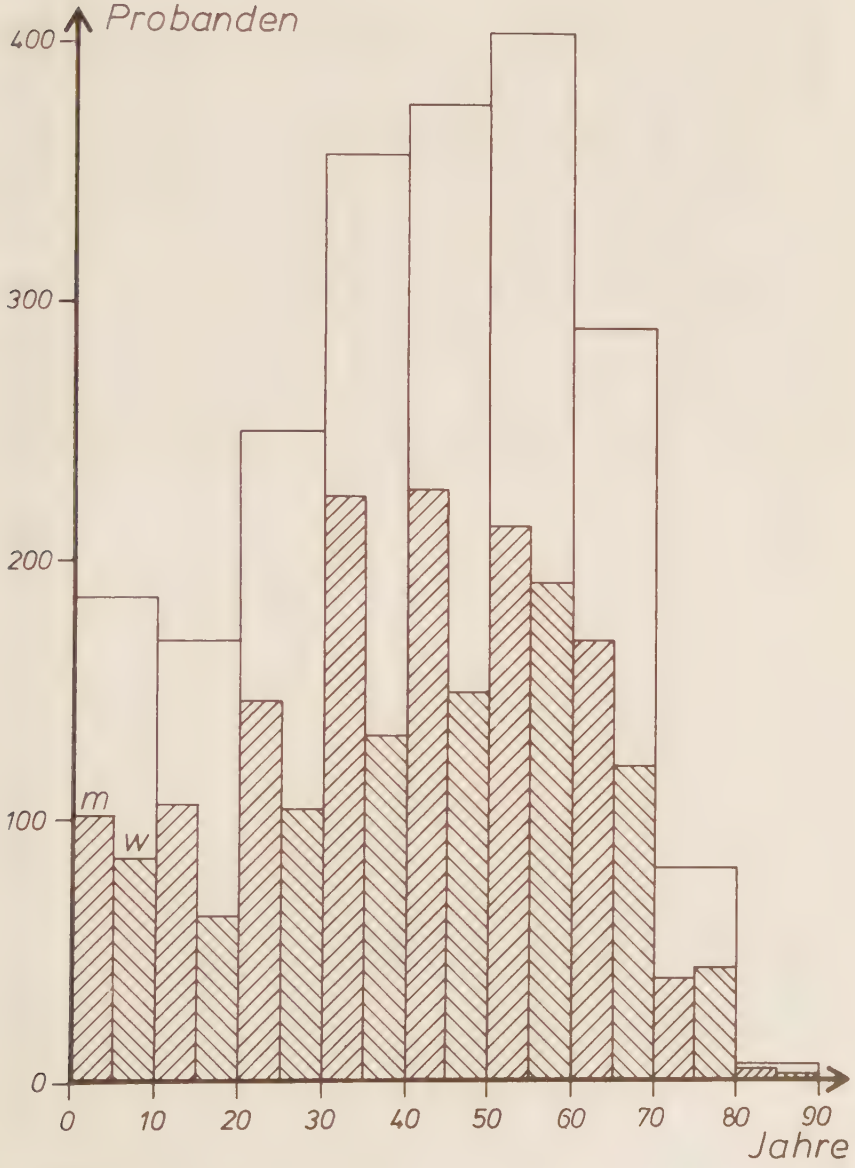


Abb. 6

3.2. Die postrotatorische Nystagmuslatenz

Da sich der Stop aus der gleichmäßigen Drehung von 90^0/sec in maximal einer Drittelsekunde vollzieht, ist es möglich, ein eindeutiges Stopsignal auf der ENG-Kurve aufzuzeichnen. Es wurde mit einer speziellen Vorrichtung an der Schwungscheibe abgenommen. Von diesem Stopsignal an gerechnet, haben wir für jeden postrotatorischen Nystagmus die Latenzzeit auf der Zeitkurve bis zum Auftreten des ersten Nystagmusschlages ausgemessen. Die Abb. 7 zeigt die mittlere postrotatorische Nystagmuslatenz $\pm$ Streuung. Die Ergebnisse sind ferner nach Altersdekaden aufgegliedert für den rechtsschlägigen postrotatorischen Nystagmus in Abb. 8 und für den linksschlägigen postrotatorischen Nystagmus in Abb. 9 dargestellt. Es fällt auf, daß die jüngste Altersgruppe zwischen null und neun Jahren die längste Latenzzeit mit der größten Streuung besitzt. Die niedrigsten und die kürzesten Latenzzeiten finden sich zwischen dem 20. - 39. Lebensjahr, später steigen die Werte wieder an. Diesem ungewöhnlich langen Latenzintervall bei Kindern und Jugendlichen entspricht eine, gegenüber höheren Altersgruppen, niedrige postrotatorische Nystagmusfrequenz.

MITTLERE POSTROTATORISCHE LATENZ ± STREUUNG

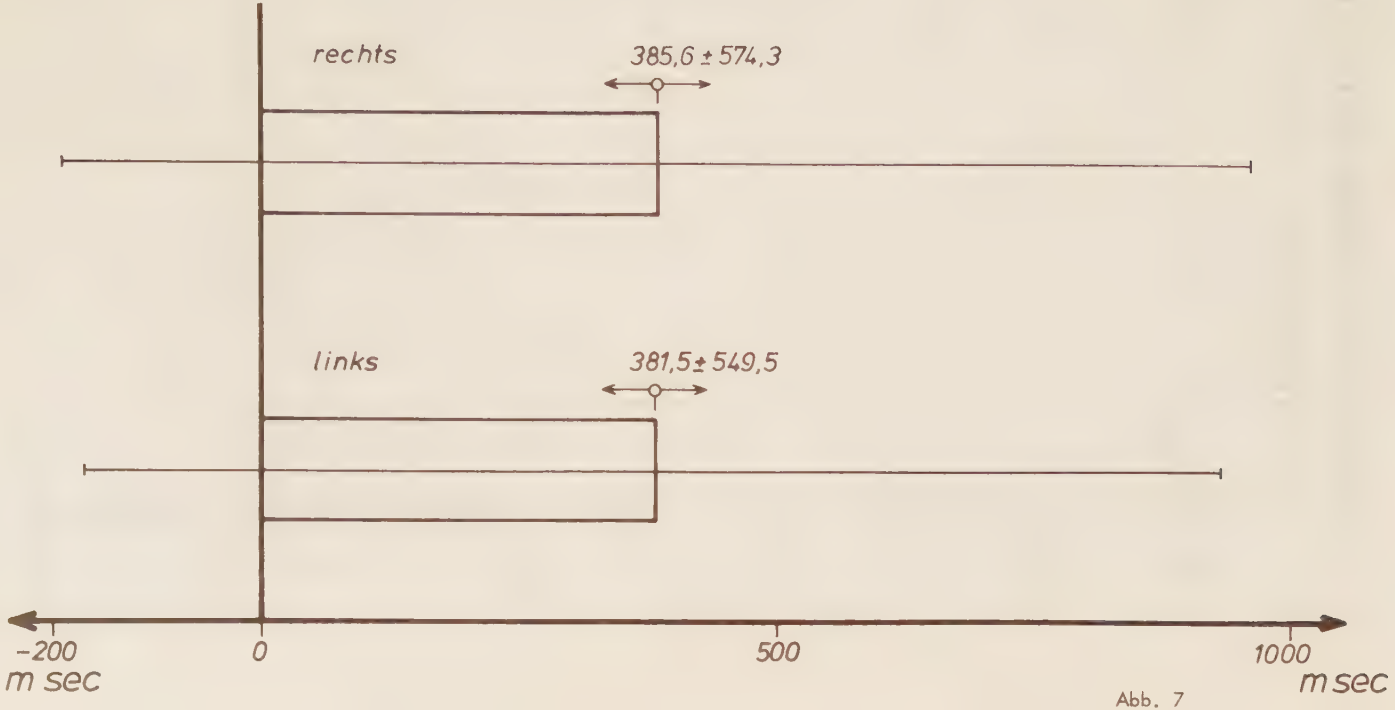


Abb. 7

MITTL. POSTROTATOR. LATENZ ± STREUUNG

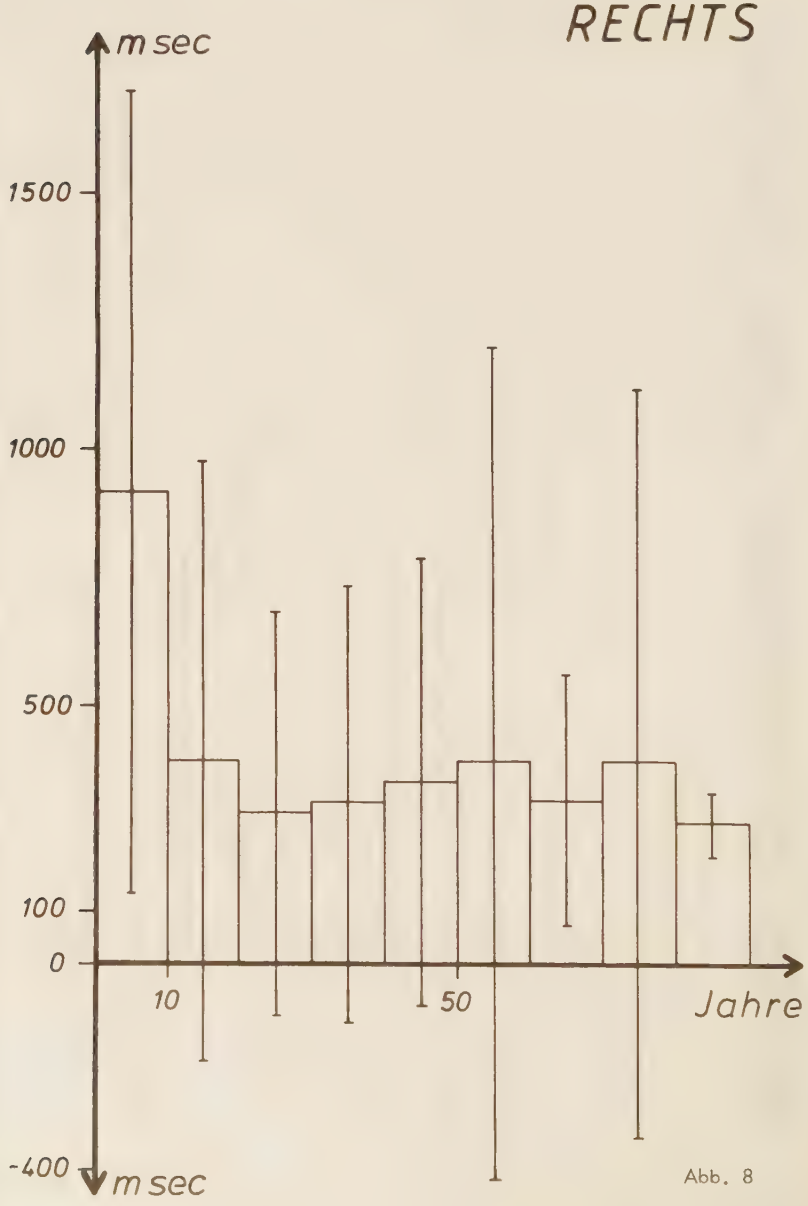


Abb. 8

MITTL. POSTROTATOR. LATENZ ± STREUUNG

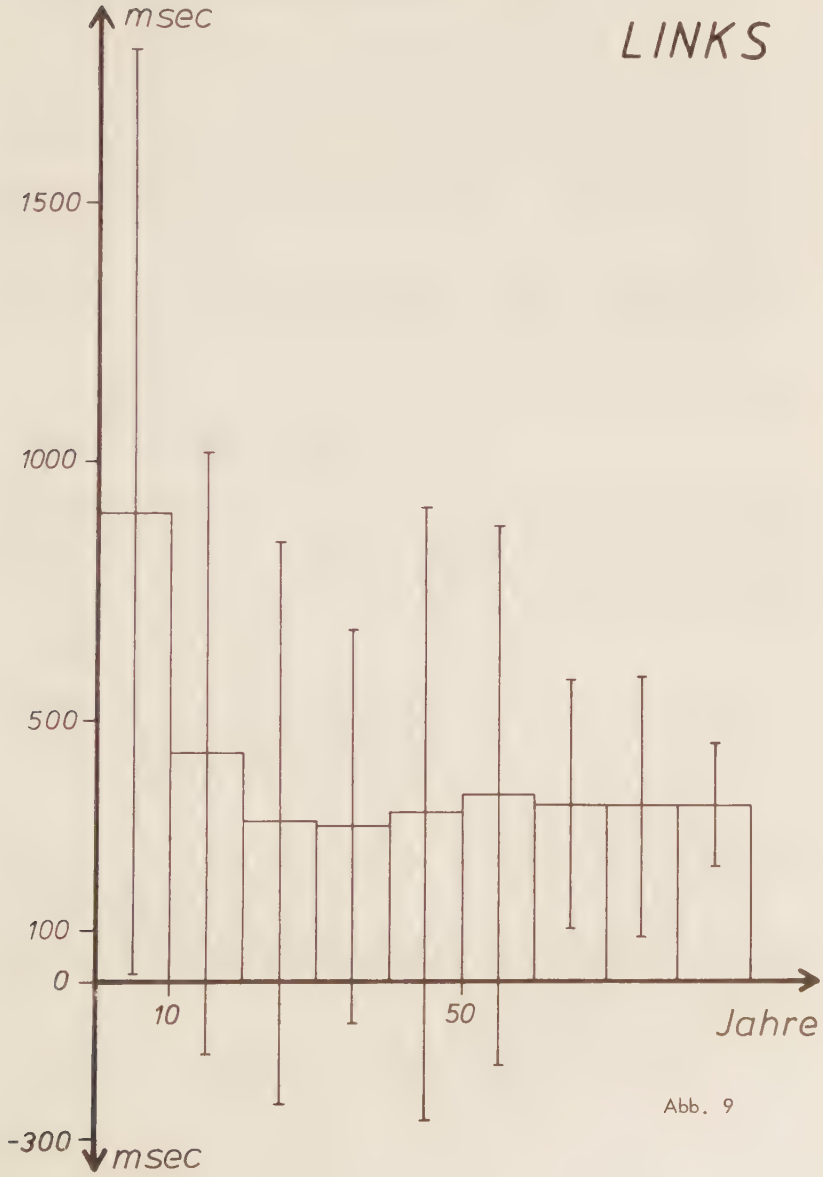


Abb. 9

3.3 Der Spontannystagmus

Das Verteilungshistogramm des Spontannystagmus

Der Nystagmus ist ein Indikator für dynamische Gleichgewichtsregulationsvorgänge. Für eine Betrachtung über einen auf dem Drehstuhl ausgelösten Nystagmus ist es erforderlich, diesen Nystagmus zum spontanen Nystagmus in Drehstuhlposition in Beziehung zu setzen. Wir haben daher die mittlere Spontannystagmusaktivität bei allen Probanden ermittelt und als strichförmige Kennlinie in alle nachfolgenden Verteilungshistogramme eingezeichnet. Der Spontannystagmus wurde kollektivspezifisch und altersspezifisch für jedes Histogramm gesondert berechnet.

Für die Frequenz des Spontannystagmus pro 30 Sekunden gilt:

	nach rechts		nach links	
	MW	Streuung	MW	Streuung
alle Probanden	5,77	± 9,36	7,26	± 10,03
männliche Probanden	5,25	± 9,11	7,18	± 10,17
weibliche Probanden	6,50	± 9,65	7,37	± 9,84

3.4 Der postrotatorische Nystagmus

3.4.1 Verteilungshistogramme der postrotatorischen Nystagmusschlagraten in 5-Sekunden-Intervallen

Der postrotatorische Nystagmus ist, wie Abb. 10 ausweist, für 2122 Probanden rechtsschlägig und linksschlägig in 5- Sekunden-Zeitintervallen ausgewertet worden. Die einzelnen Balken der Histogramme stellen dabei die Mittelwerte pro postrotatorischer Zeitklasse dar. Die Spreizung der Standardabweichung ist durch übergreifende Linien abgebildet.

Abb. 11 zeigt die Verteilung der rechts- und linksschlägigen postrotatorischen Nystagmen für 1231 männliche Probanden dieses Kollektivs. In Abb. 12 ist das

analoge Verteilungsmuster für die 891 weiblichen Probanden dieses Kollektivs dargestellt.

Postrotatorische Nystagmusschlagratensumme pro 30 Sekunden:

	nach rechts	nach links
alle Probanden	44,70 ± 19,55	47,92 ± 19,77
männliche Probanden	44,61 ± 19,72	48,34 ± 19,75
weibliche Probanden	44,82 ± 19,34	47,35 ± 19,80

Die Abb. 13 enthält die postrotatorischen Nystagmusverteilungsmuster der 187 Probanden zwischen null und neun Jahren. Diese sind in den Abb. 14 und 15 noch einmal geschlechtsspezifisch sortiert.

In Abb. 16 sind die postrotatorischen Nystagmusschlagratenmuster der 169 Probanden zwischen zehn und 19 Jahren aufgetragen, welche in den Abb. 17 und 18 geschlechtsspezifisch geordnet sind.

Die Abb. 19 stellt die postrotatorischen 5-Sekunden-Histogramme der 250 Probanden zwischen dem 20. und 29. Lebensjahr dar. Diese sind in den Abb. 20 und 21 nach Geschlecht aufgegliedert. Auffällig ist hierbei das postrotatorische Linksnystagmogramm der Frauen, welches einen Gipfel zwischen der fünften und zehnten Sekunde aufweist.

Die Abb. 22 enthält das postrotatorische Integral der 357 Probanden zwischen dem 30. und 39. Lebensjahr, welches in den Abb. 23 und 24 hinsichtlich männlicher und weiblicher Probanden unterteilt ist.

Die Abb. 25 stellt die postrotatorischen Schlagratenergebnisse der 376 Probanden zwischen dem 40. und 49. Lebensjahr dar. Diese sind in den Abb. 26 und 27 geschlechtsspezifisch gegliedert.

Die Abb. 28 zeigt die Verteilungshistogramme der 405 Probanden zwischen dem 50. und 59. Lebensjahr, welche in den Abb. 29 und 30 geschlechtsspezifisch unterteilt sind.

Die Abb. 31 bildet die postrotatorischen Nystagmushistogramme zeitabhängig für die 289 Probanden zwischen dem 60. und 69. Lebensjahr ab. Diese sind in den Abb. 32 und 33 geschlechtsspezifisch für männliche und weibliche Probanden getrennt dargestellt.

Die Abb. 34 enthält die Verteilungshistogramme der 82 Probanden zwischen dem 70. und 79. Lebensjahr, welche geschlechtsspezifisch durch die Abb. 35 und 36 ergänzt werden.

Die Abb. 37 stellt die Ergebnisse von nur sechs Probanden zwischen dem 80. und 89. Lebensjahr dar. Aufgrund des kleinen Kollektivs erklären wir die unsystematische Gliederung der Mittelwerte und der Standardabweichungen. Dies gilt auch für die in den Abb. 38 und 39 niedergelegten speziellen Verteilungen für Männer und Frauen.

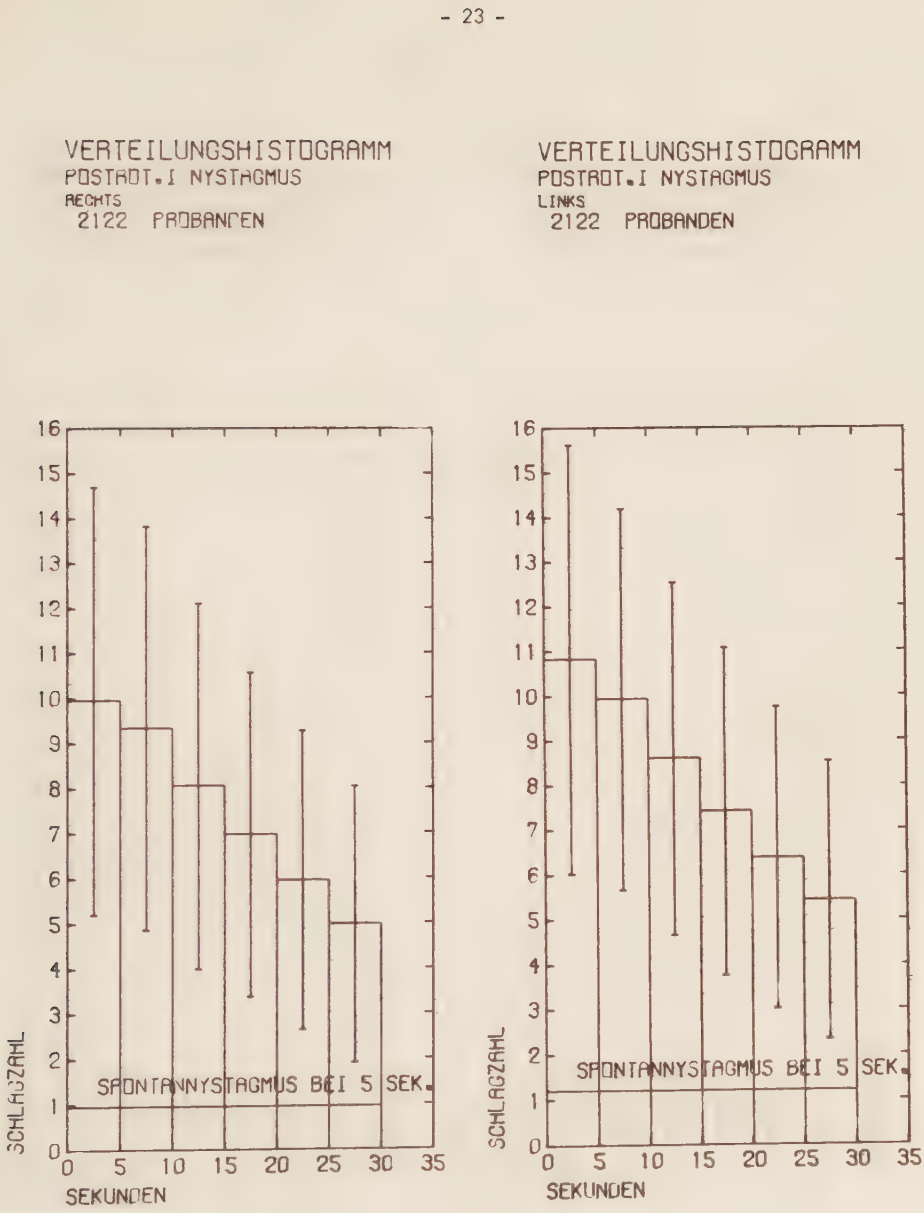
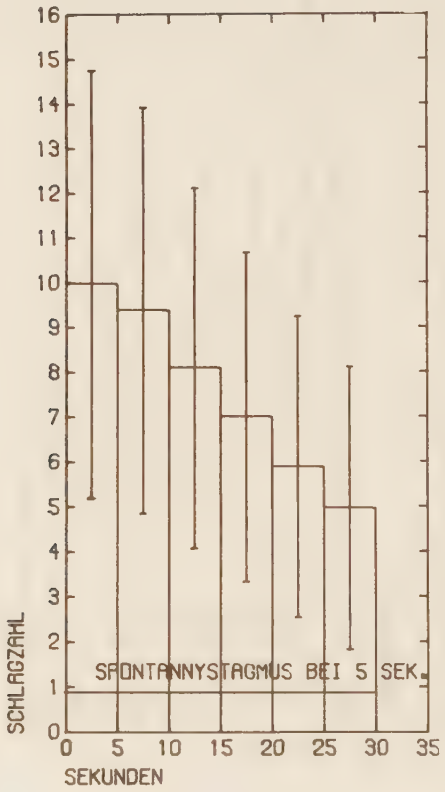

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
RECHTS
2122 PROBANDEN
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.
SCHLAGZAHL
SEKUNDEN
VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
LINKS
2122 PROBANDEN
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.
SCHLAGZAHL
SEKUNDEN

Abb. 10

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
RECHTS
1231 MAENNL. PROBANDEN



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
LINKS
1231 MAENNL. PROBANDEN

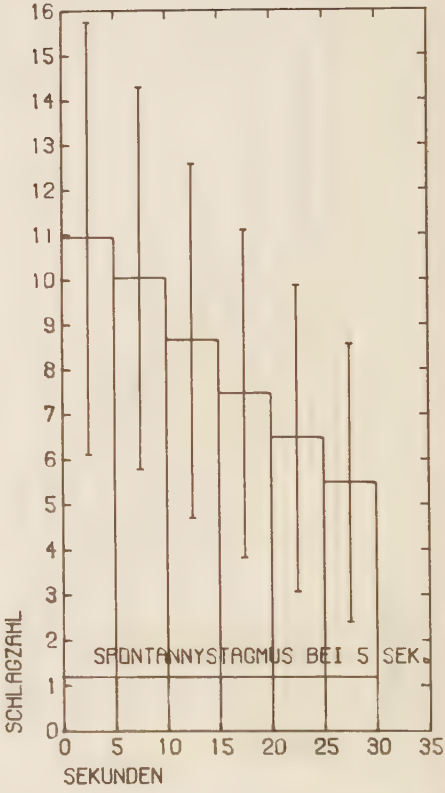
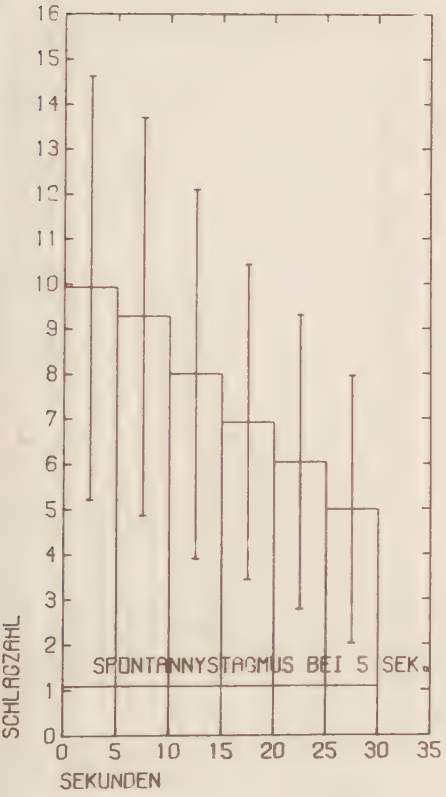


Abb. 11

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
RECHTS
831 WEIBL. PROBANDEN



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
LINKS
891 WEIBL. PROBANDEN

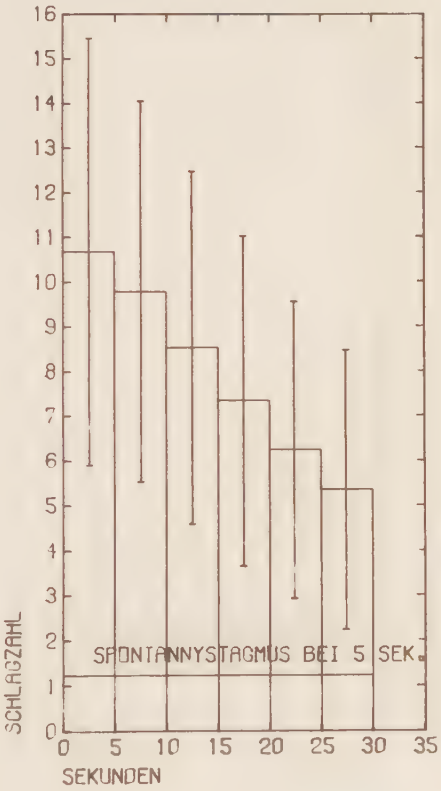
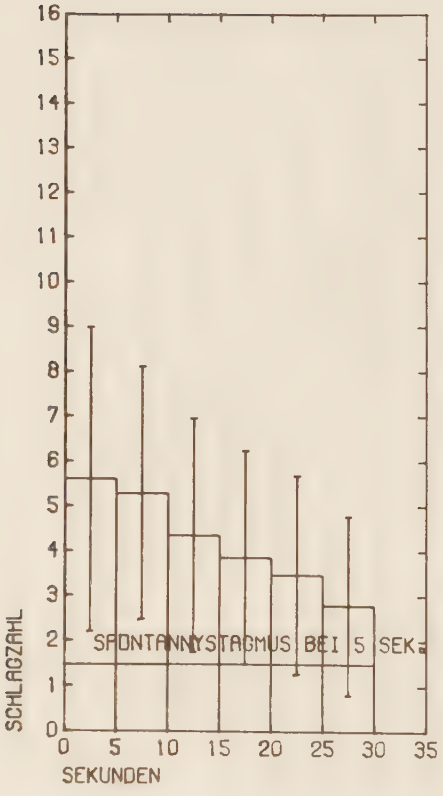


Abb. 12

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
RECHTS
187 PROBANDEN
0 BIS 9 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
LINKS
187 PROBANDEN
0 BIS 9 JAHRE

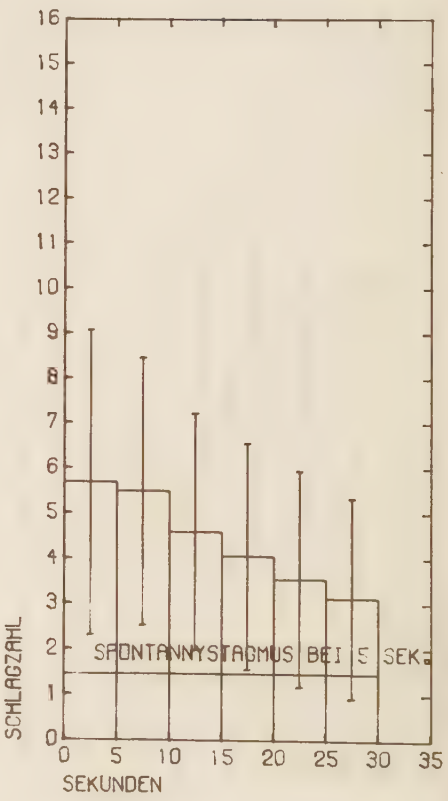


Abb. 13

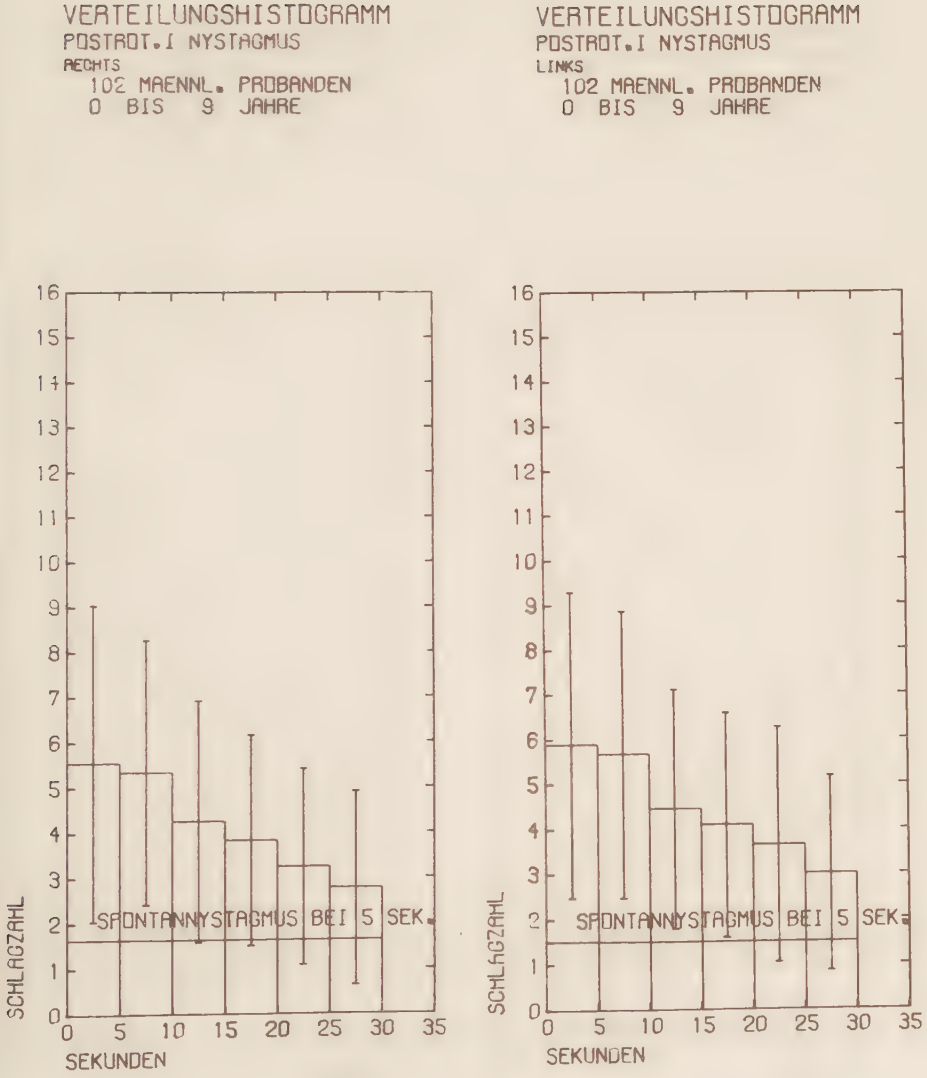

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
RECHTS
102 MAENNL. PROBANDEN
0 BIS 9 JAHRE
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.
SCHLAGZAHL
SEKUNDEN
VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
LINKS
102 MAENNL. PROBANDEN
0 BIS 9 JAHRE
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.
SCHLAGZAHL
SEKUNDEN

Abb. 14

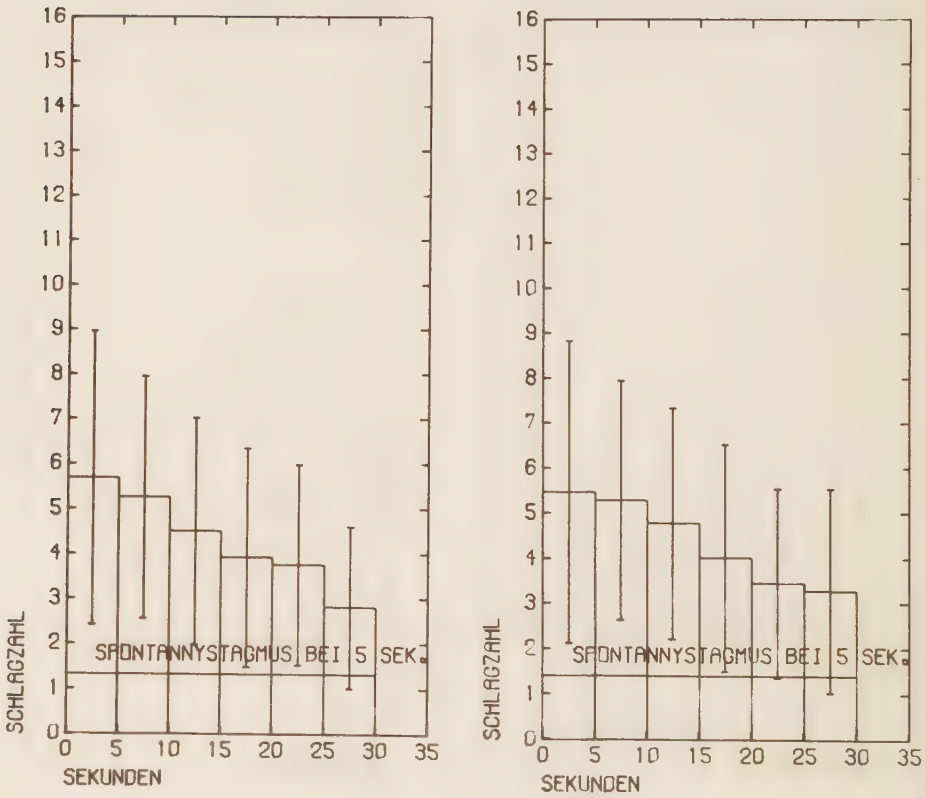

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
RECHTS
85 WEIBL. PROBANDEN
0 BIS 9 JAHRE
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.
SCHLAGZAHL
SEKUNDEN
VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
LINKS
85 WEIBL. PROBANDEN
0 BIS 9 JAHRE
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.
SCHLAGZAHL
SEKUNDEN

Abb. 15

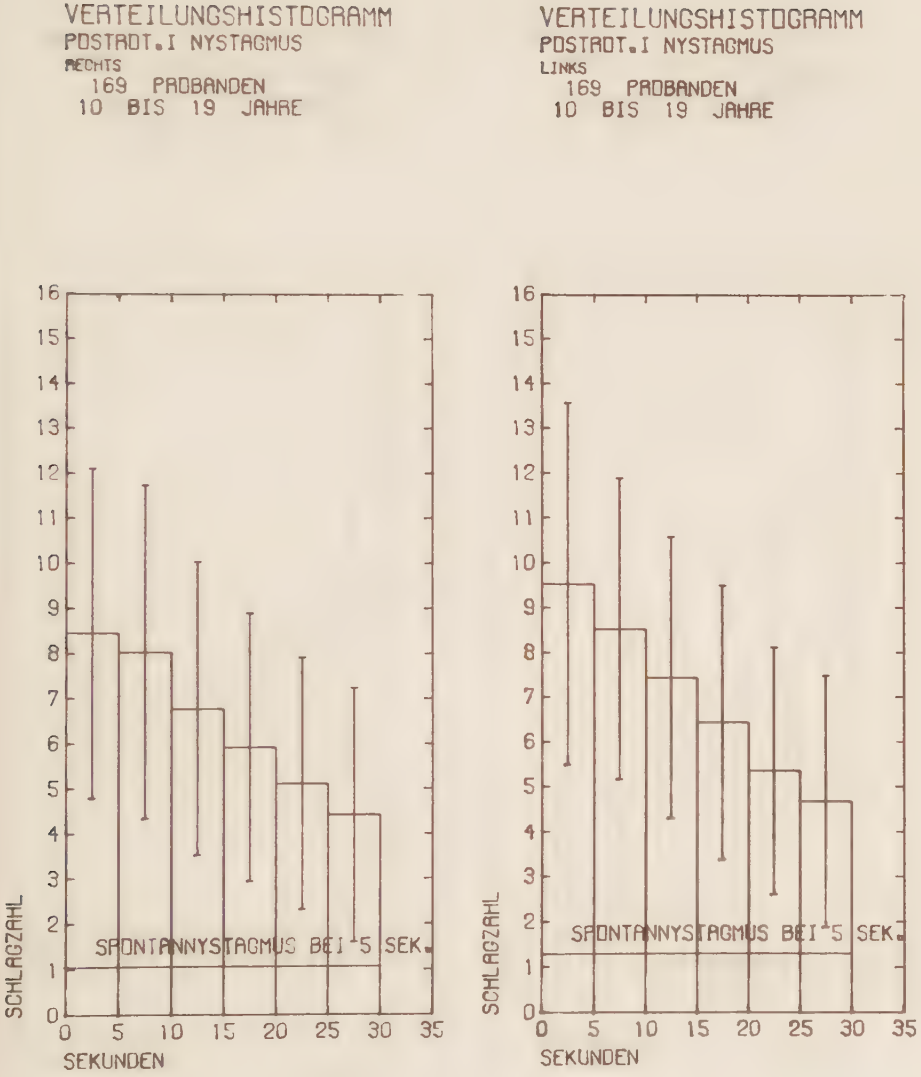
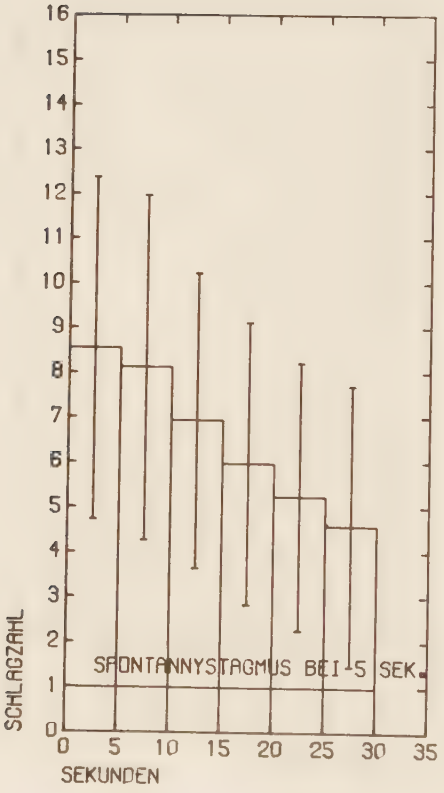

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
RECHTS
169 PROBANDEN
10 BIS 19 JAHRE
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.
SCHLAGZAHL
SEKUNDEN
VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
LINKS
169 PROBANDEN
10 BIS 19 JAHRE
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.
SCHLAGZAHL
SEKUNDEN

Abb. 16

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
RECHTS
106 MAENNL. PROBANDEN
10 BIS 19 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
LINKS
106 MAENNL. PROBANDEN
10 BIS 19 JAHRE

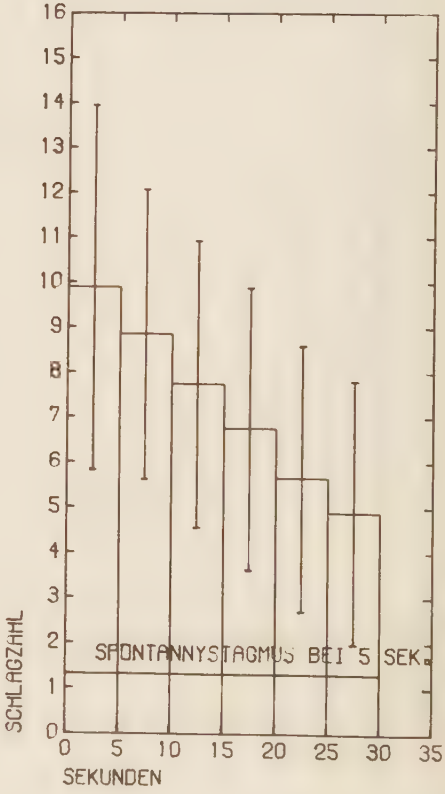


Abb. 17

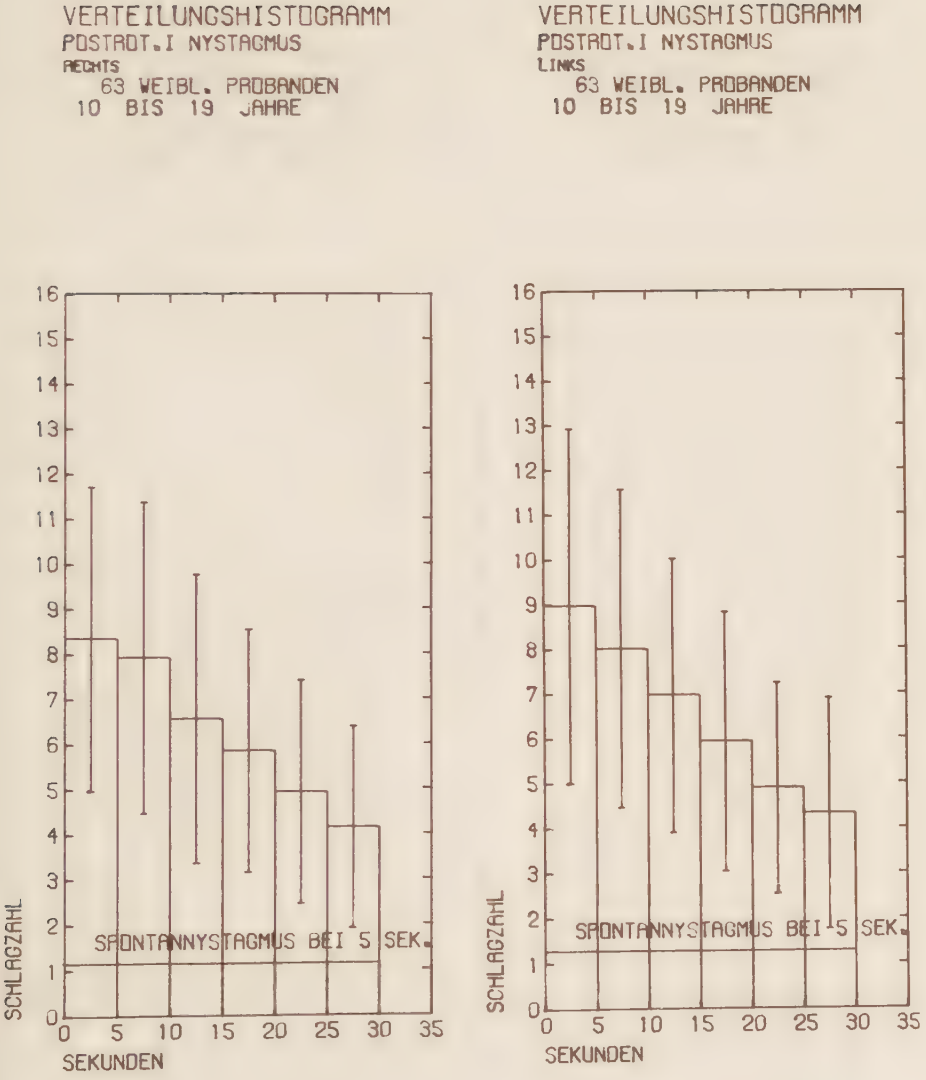
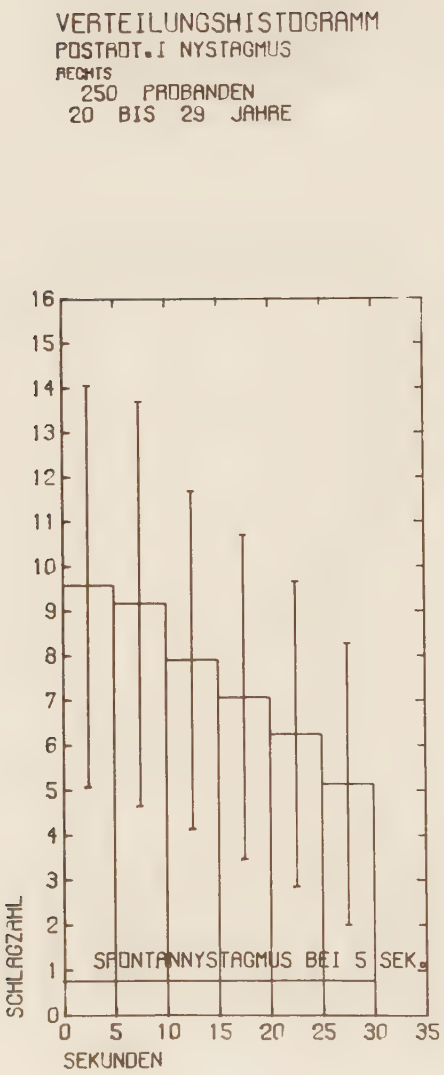

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
RECHTS
63 WEIBL. PROBANDEN
10 BIS 19 JAHRE
SCHLAGZAHL
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.
SEKUNDEN
VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
LINKS
63 WEIBL. PROBANDEN
10 BIS 19 JAHRE
SCHLAGZAHL
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.
SEKUNDEN

Abb. 18


VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
RECHTS
250 PROBANDEN
20 BIS 29 JAHRE
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.
SCHLAGZAHL
SEKUNDEN
0 5 10 15 20 25 30 35
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

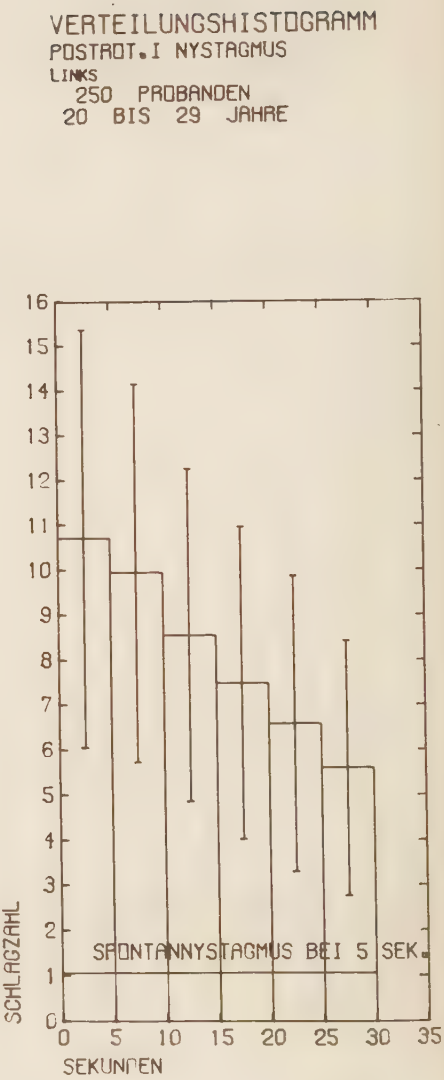
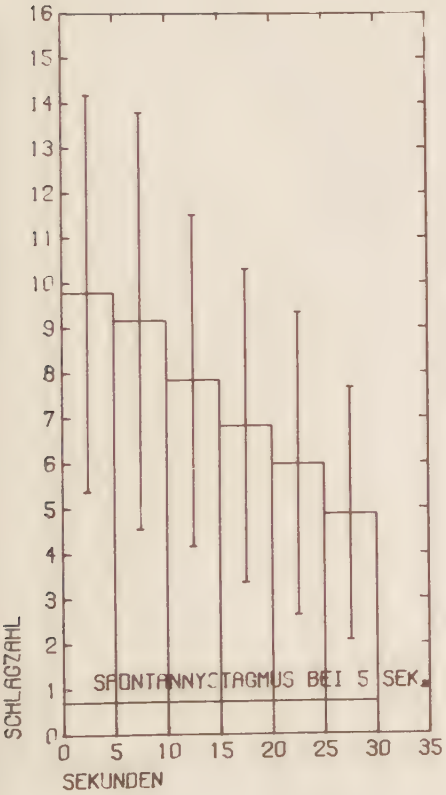

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
LINKS
250 PROBANDEN
20 BIS 29 JAHRE
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.
SCHLAGZAHL
SEKUNDEN
0 5 10 15 20 25 30 35
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

Abb. 19

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
RECHTS
146 MAENNL. PROBANDEN
20 BIS 29 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
LINKS
146 MAENNL. PROBANDEN
20 BIS 29 JAHRE

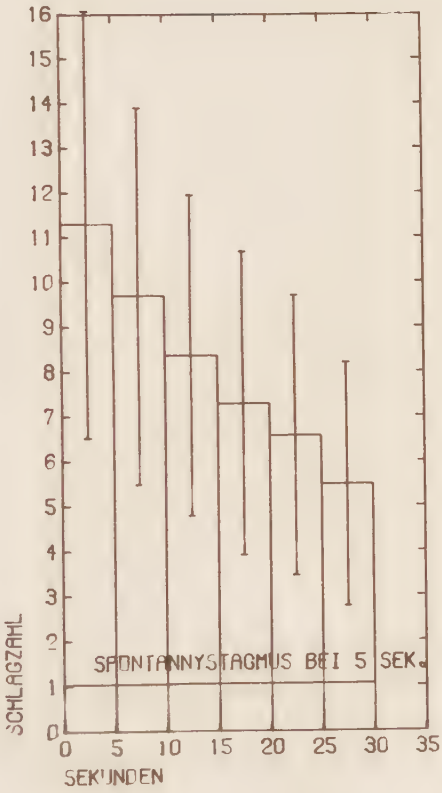


Abb. 20

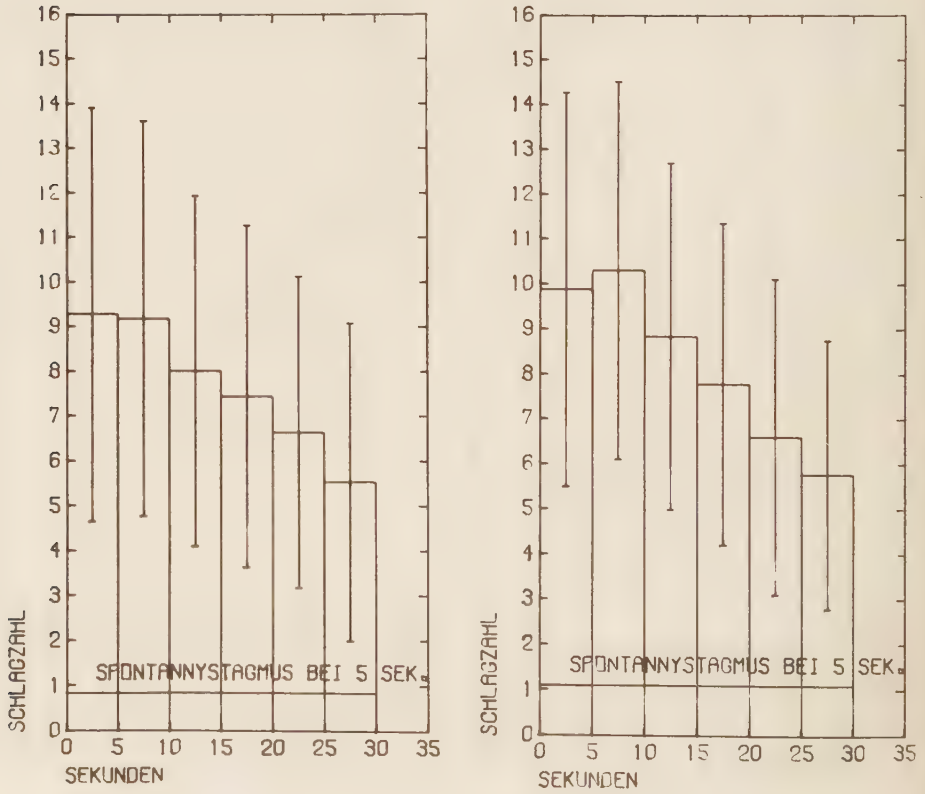
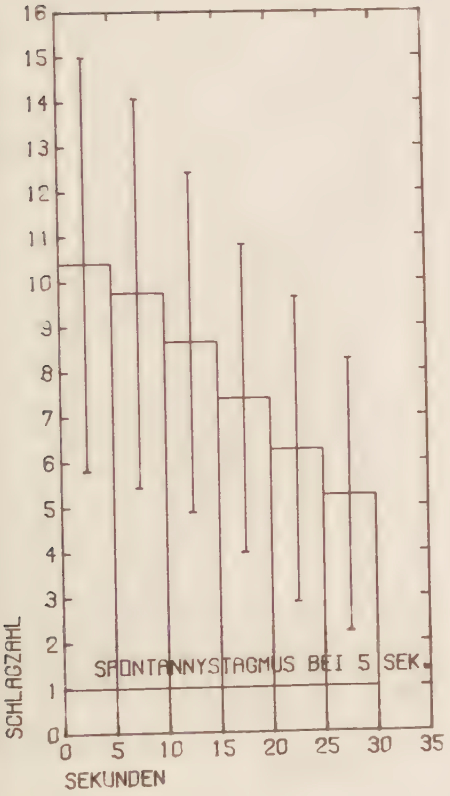

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
RECHTS
104 WEIBL. PROBANDEN
20 BIS 29 JAHRE
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.
SCHLAGZAHL
SEKUNDEN
VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
LINKS
104 WEIBL. PROBANDEN
20 BIS 29 JAHRE
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.
SCHLAGZAHL
SEKUNDEN

Abb. 21

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
RECHTS
357 PROBANDEN
30 BIS 39 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
LINKS
357 PROBANDEN
30 BIS 39 JAHRE

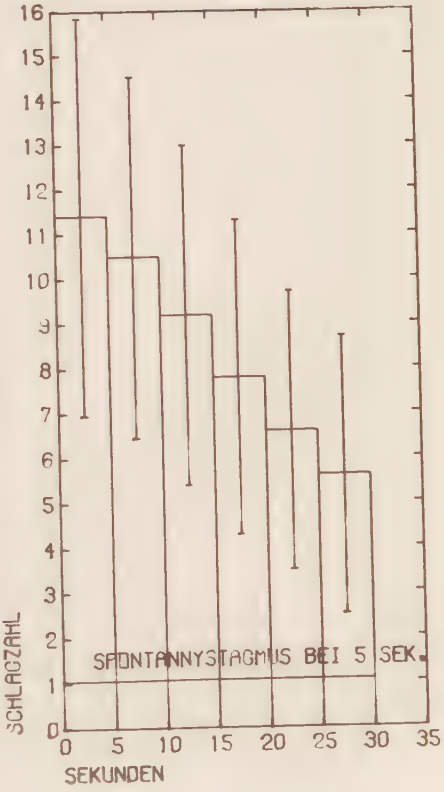
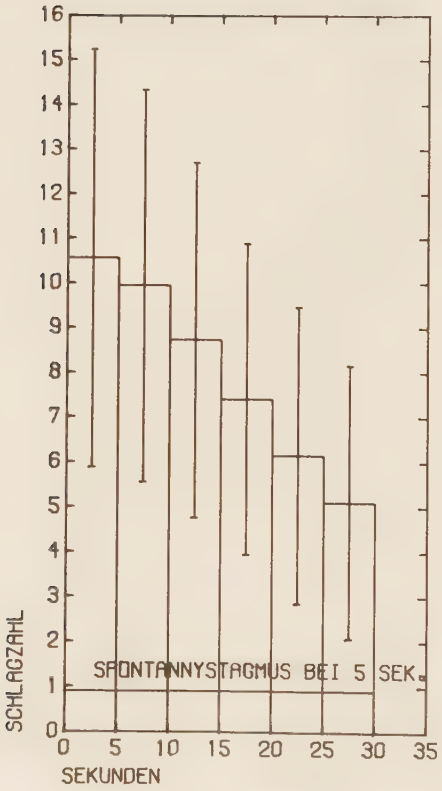


Abb. 22

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
RECHTS
225 MAENNL. PROBANDEN
30 BIS 39 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
LINKS
225 MAENNL. PROBANDEN
30 BIS 39 JAHRE

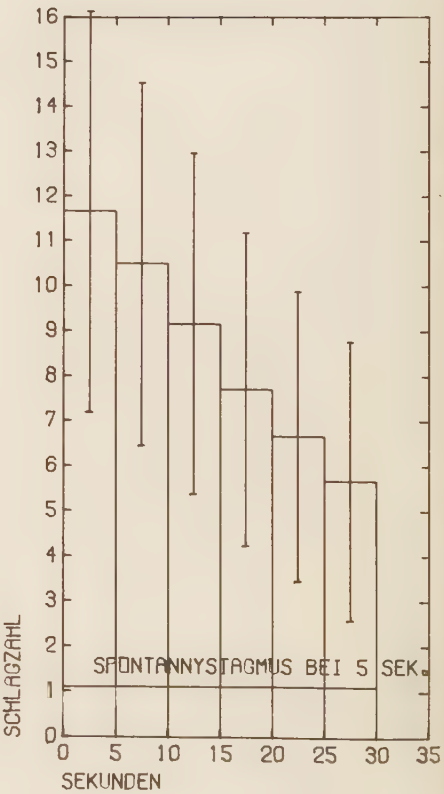


Abb. 23

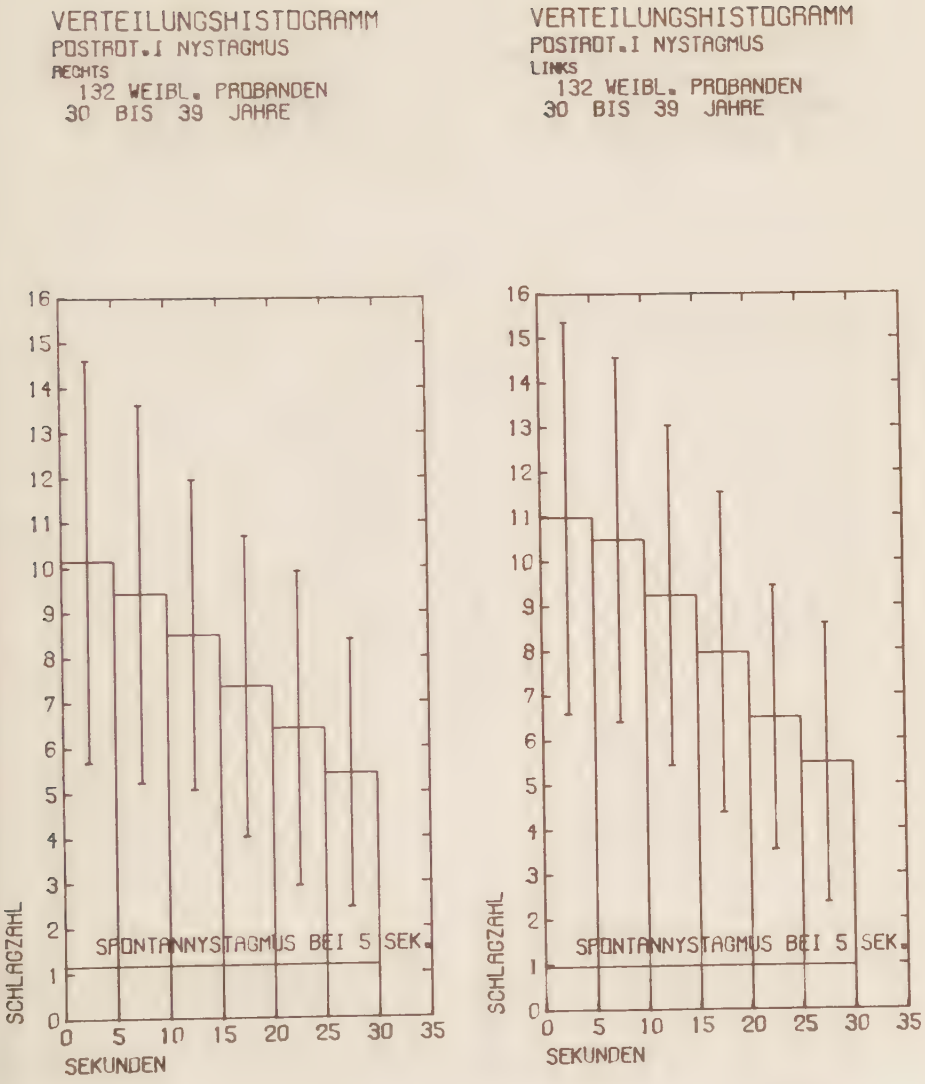

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
RECHTS
132 WEIBL. PROBANDEN
30 BIS 39 JAHRE
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.
SCHLAGZAHL
SEKUNDEN
VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
LINKS
132 WEIBL. PROBANDEN
30 BIS 39 JAHRE
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.
SCHLAGZAHL
SEKUNDEN

Abb. 24

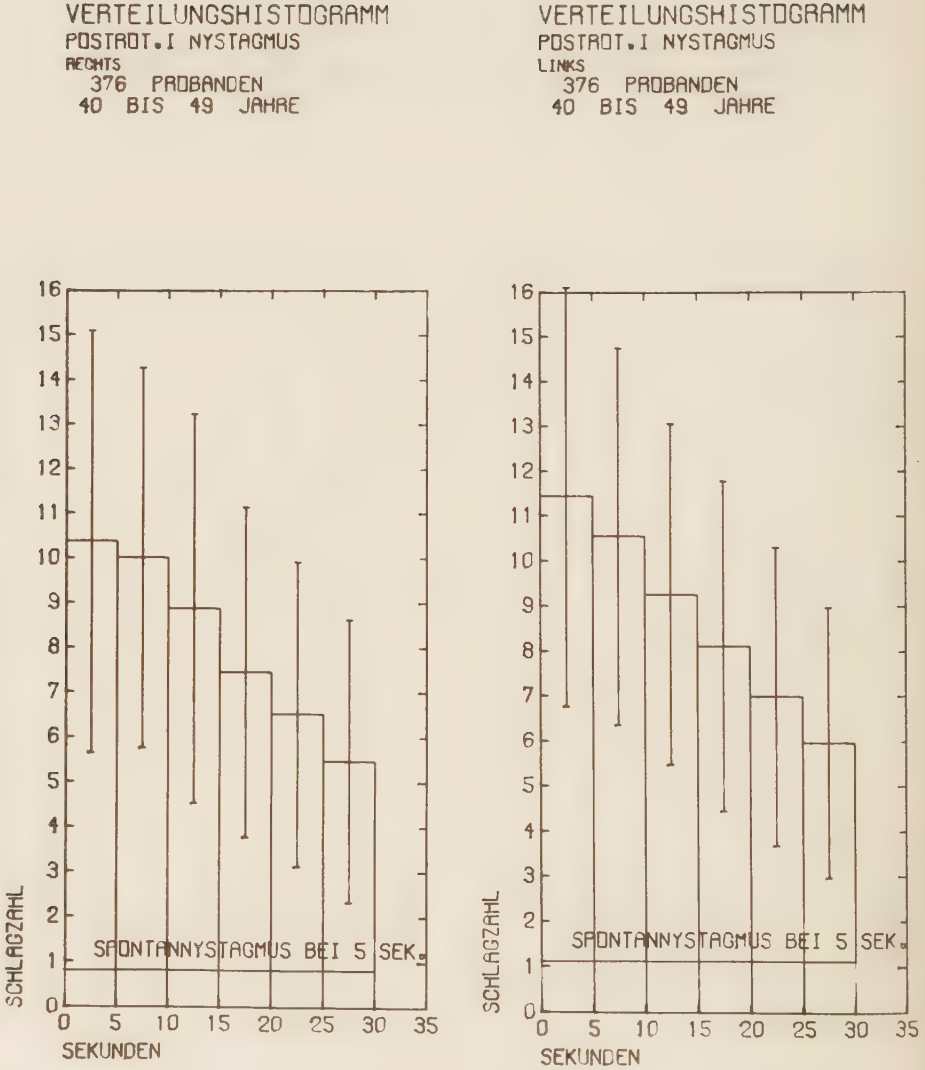
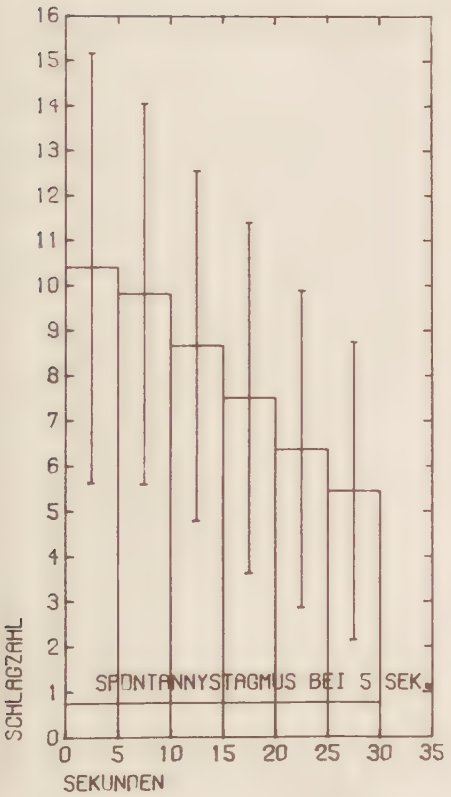

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
RECHTS
376 PROBANDEN
40 BIS 49 JAHRE
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.
SCHLAGZAHL
SEKUNDEN
VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
LINKS
376 PROBANDEN
40 BIS 49 JAHRE
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.
SCHLAGZAHL
SEKUNDEN

Abb. 25


VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
RECHTS
227 MAENNL. PROBANDEN
40 BIS 49 JAHRE
SCHLAGZAHL
SEKUNDEN
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.

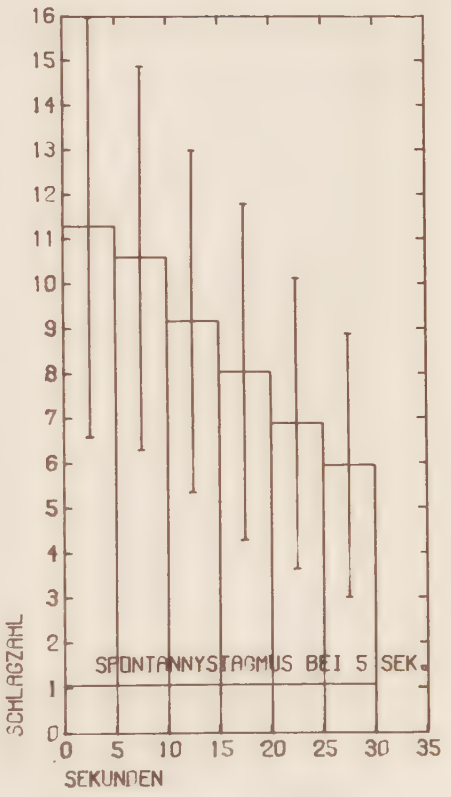

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
LINKS
227 MAENNL. PROBANDEN
40 BIS 49 JAHRE
SCHLAGZAHL
SEKUNDEN
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.

Abb. 26

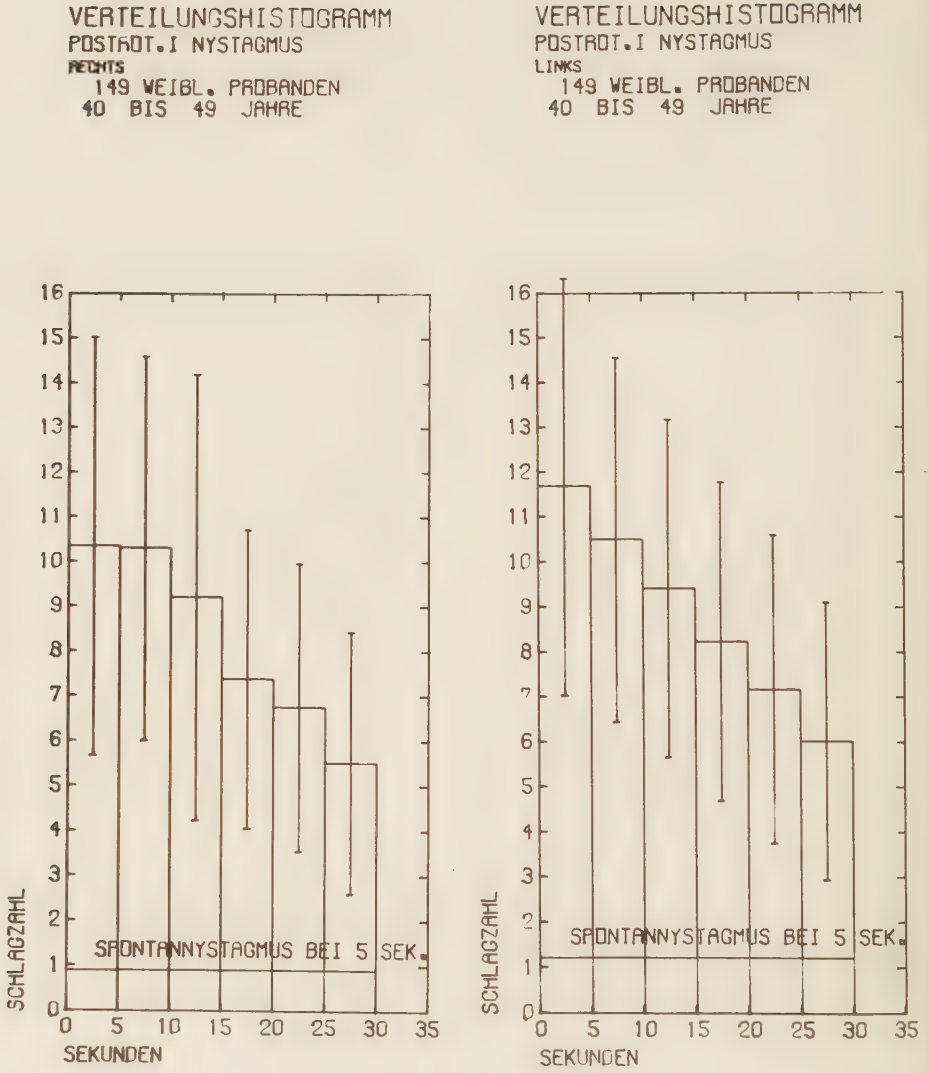

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
RECHTS
149 WEIBL. PROBANDEN
40 BIS 49 JAHRE
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.
SCHLAGZAHL
SEKUNDEN
VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
LINKS
149 WEIBL. PROBANDEN
40 BIS 49 JAHRE
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.
SCHLAGZAHL
SEKUNDEN

Abb. 27

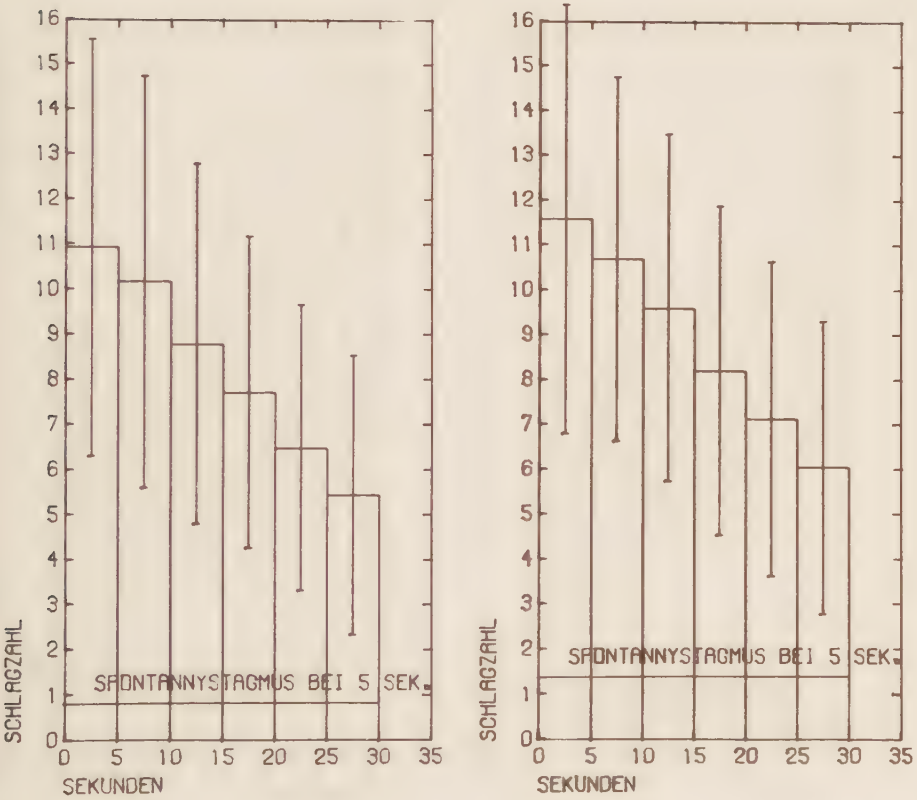
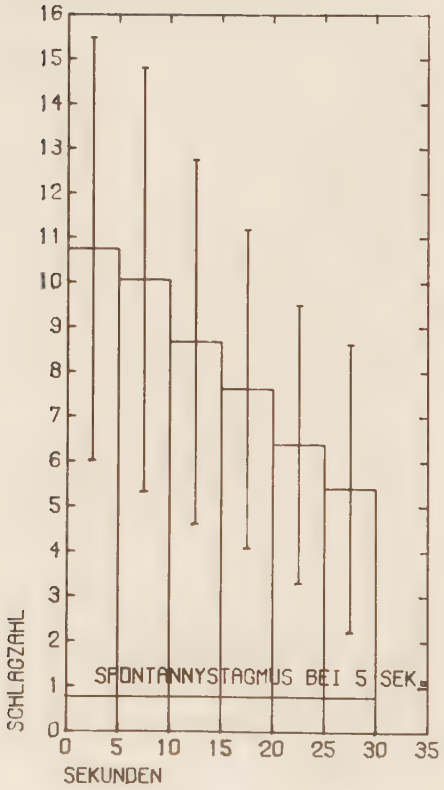

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
RECHTS
405 PROBANDEN
50 BIS 59 JAHRE
VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
LINKS
405 PROBANDEN
50 BIS 59 JAHRE
SCHLAGZAHL
SEKUNDEN
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
0
5
10
15
20
25
30
35

Abb. 28

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
RECHTS
213 MAENNL. PROBANDEN
50 BIS 59 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
LINKS
213 MAENNL. PROBANDEN
50 BIS 59 JAHRE

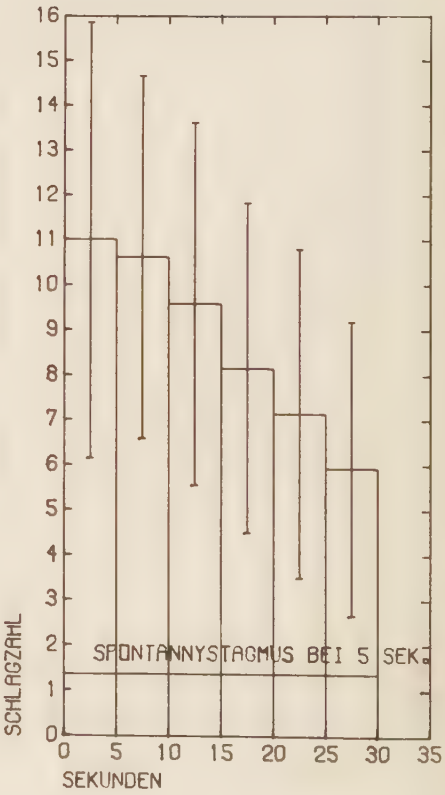
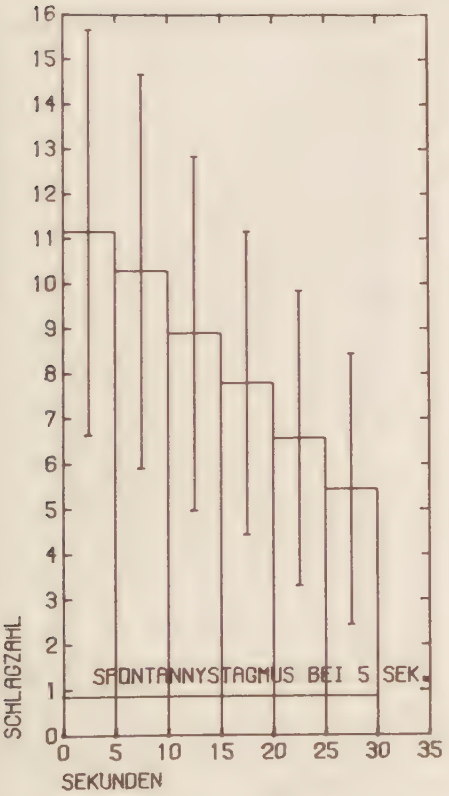


Abb. 29

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
RECHTS
192 WEIBL. PROBANDEN
50 BIS 59 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
LINKS
192 WEIBL. PROBANDEN
50 BIS 59 JAHRE

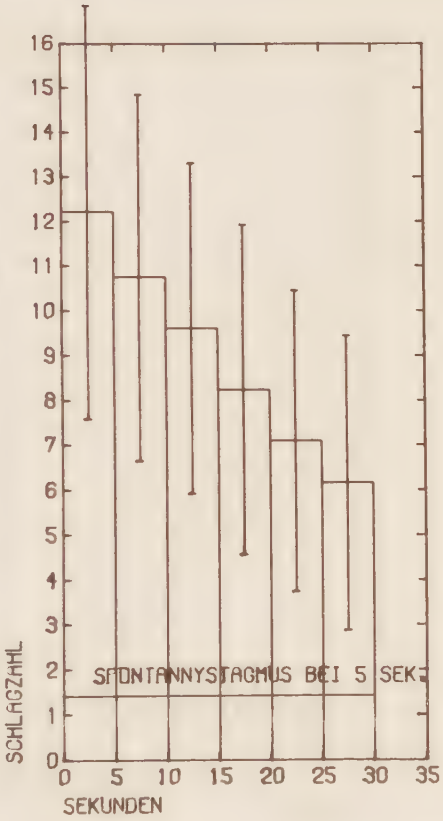


Abb. 30

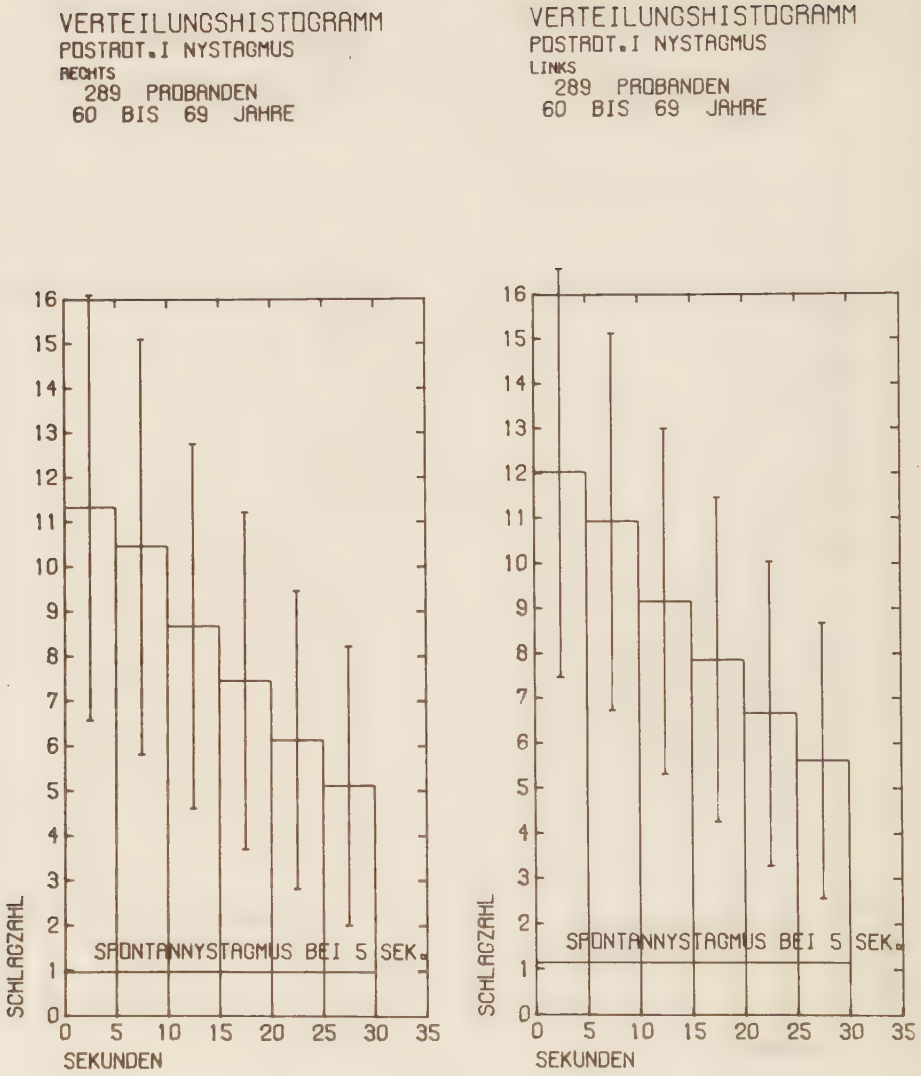
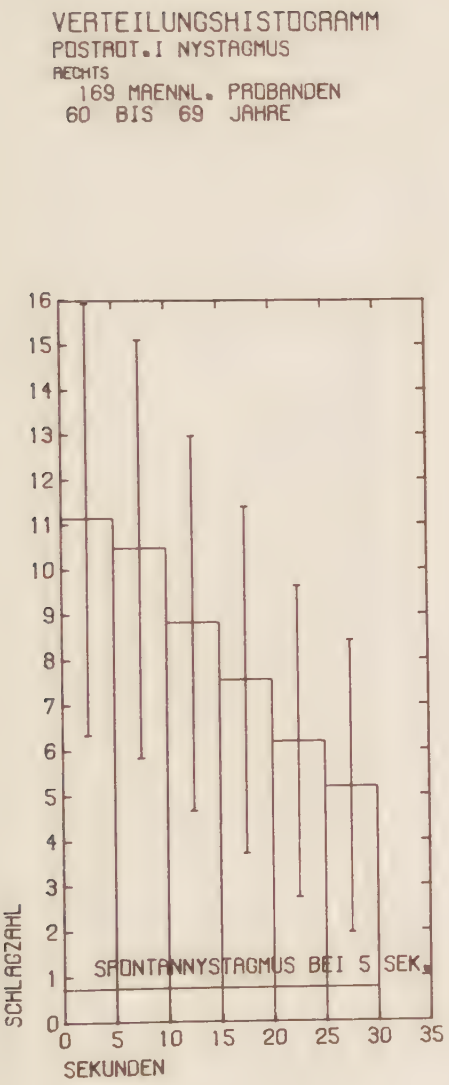

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
RECHTS
289 PROBANDEN
60 BIS 69 JAHRE
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.
SCHLAGZAHL
SEKUNDEN
VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
LINKS
289 PROBANDEN
60 BIS 69 JAHRE
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.
SCHLAGZAHL
SEKUNDEN

Abb. 31


VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
RECHTS
169 MAENNL. PROBANDEN
60 BIS 69 JAHRE
SCHLAGZAHL
SEKUNDEN
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.
0 5 10 15 20 25 30 35
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

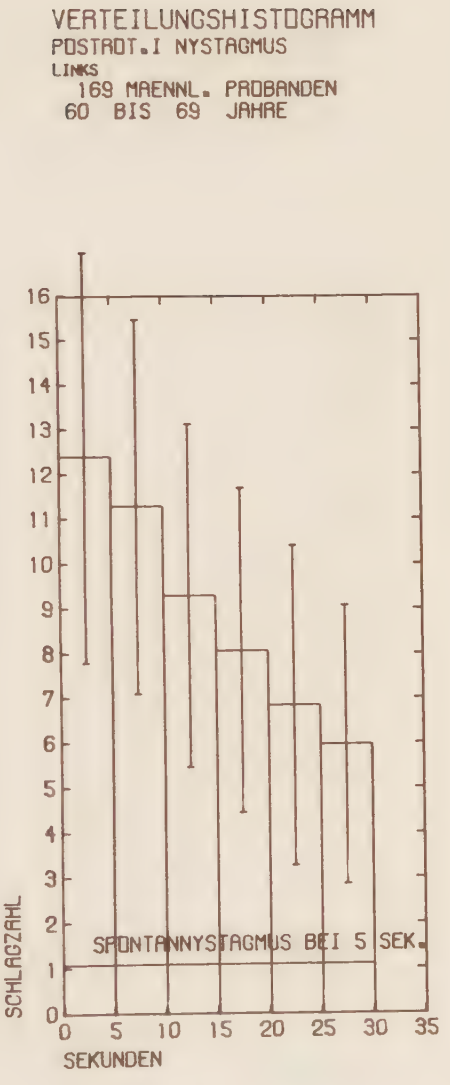
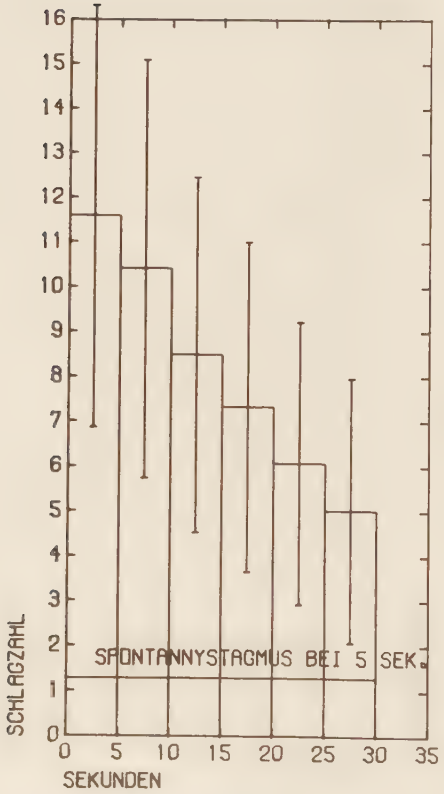

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
LINKS
169 MAENNL. PROBANDEN
60 BIS 69 JAHRE
SCHLAGZAHL
SEKUNDEN
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.
0 5 10 15 20 25 30 35
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

Abb. 32

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
RECHTS
120 WEIBL. PROBANDEN
60 BIS 69 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
LINKS
120 WEIBL. PROBANDEN
60 BIS 69 JAHRE

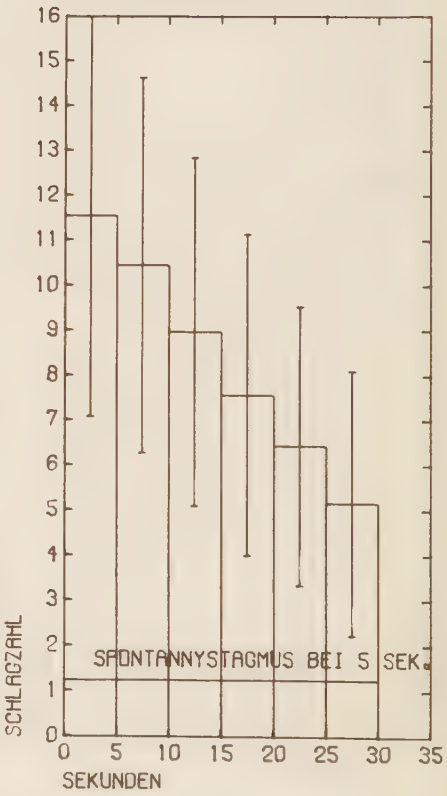
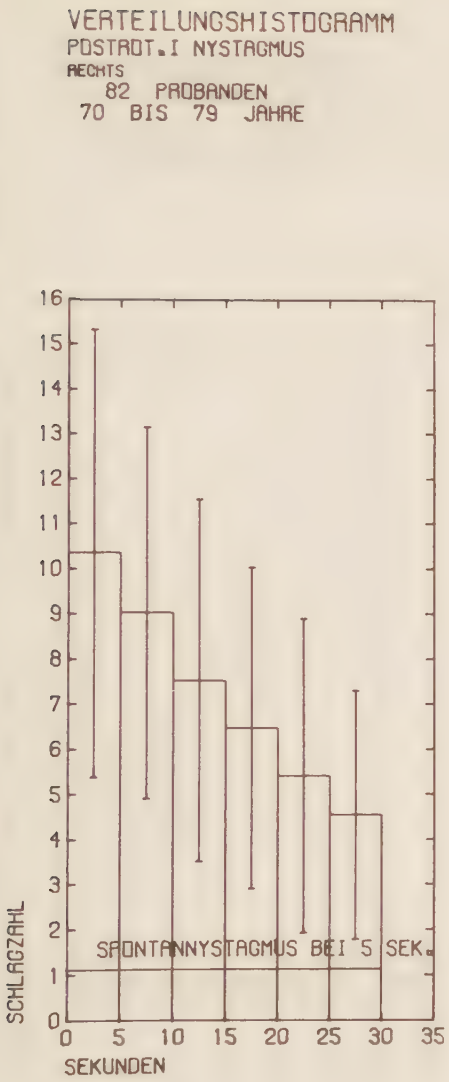


Abb. 33


VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
RECHTS
82 PROBANDEN
70 BIS 79 JAHRE
SCHLAGZAHL
SEKUNDEN
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.

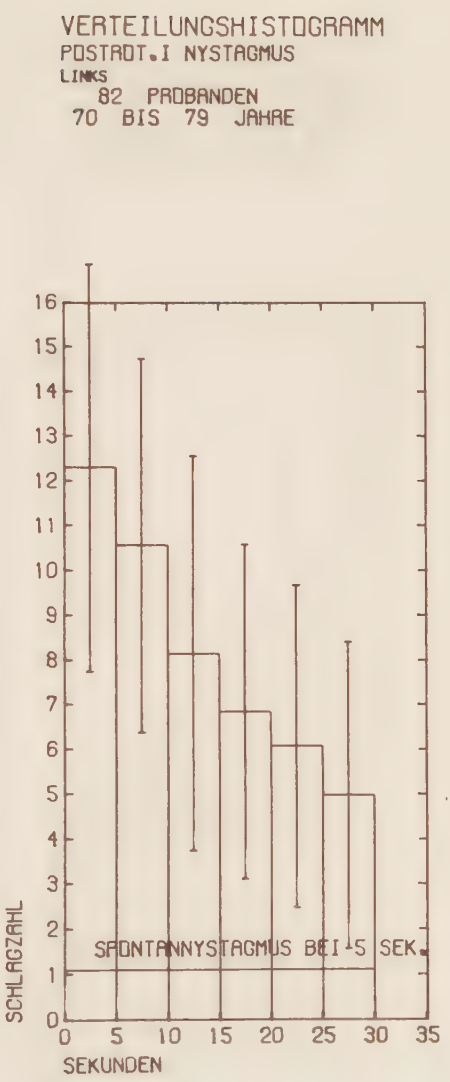
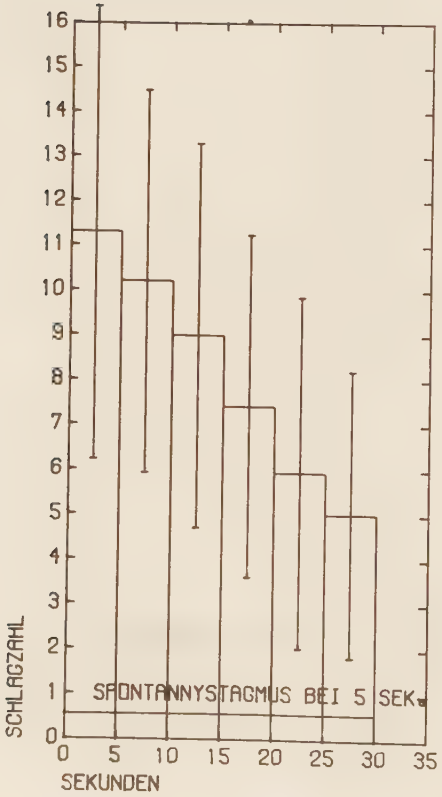

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
LINKS
82 PROBANDEN
70 BIS 79 JAHRE
SCHLAGZAHL
SEKUNDEN
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.

Abb. 34

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
RECHTS
39 MAENNL. PROBANDEN
70 BIS 79 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
LINKS
39 MAENNL. PROBANDEN
70 BIS 79 JAHRE

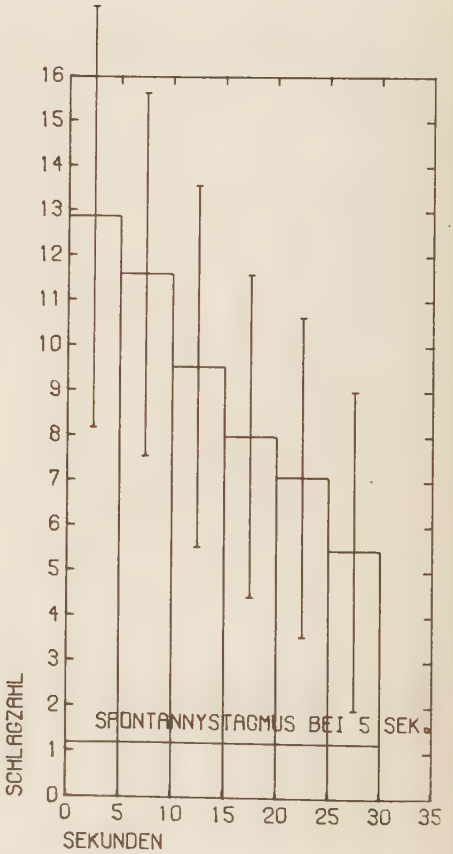
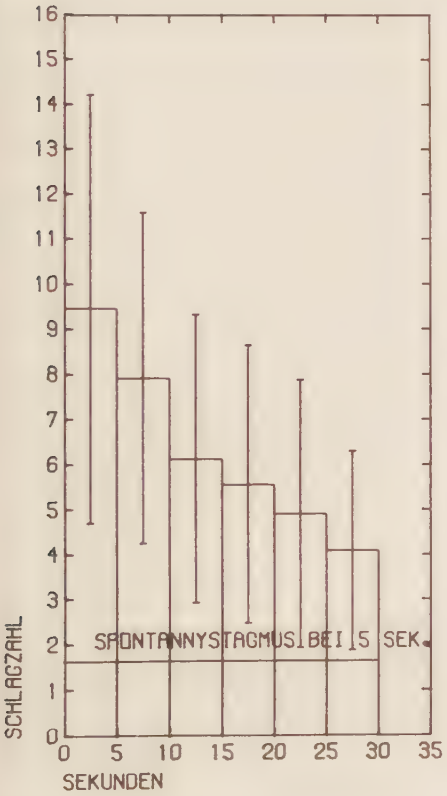


Abb. 35

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
RECHTS
43 WEIBL. PROBANDEN
70 BIS 79 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
LINKS
43 WEIBL. PROBANDEN
70 BIS 79 JAHRE

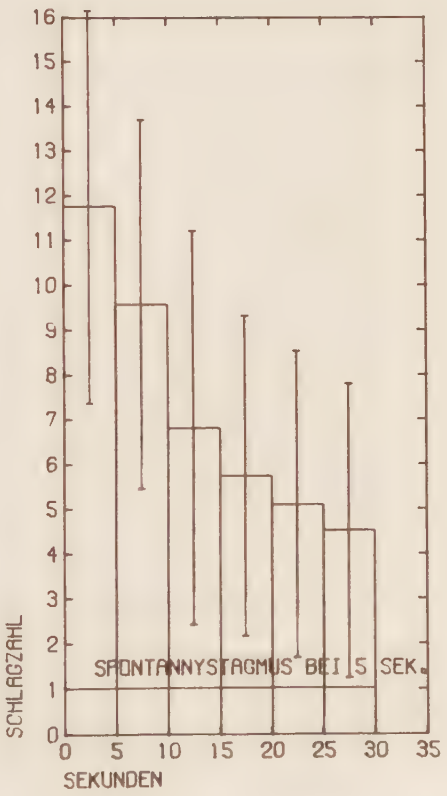


Abb. 36

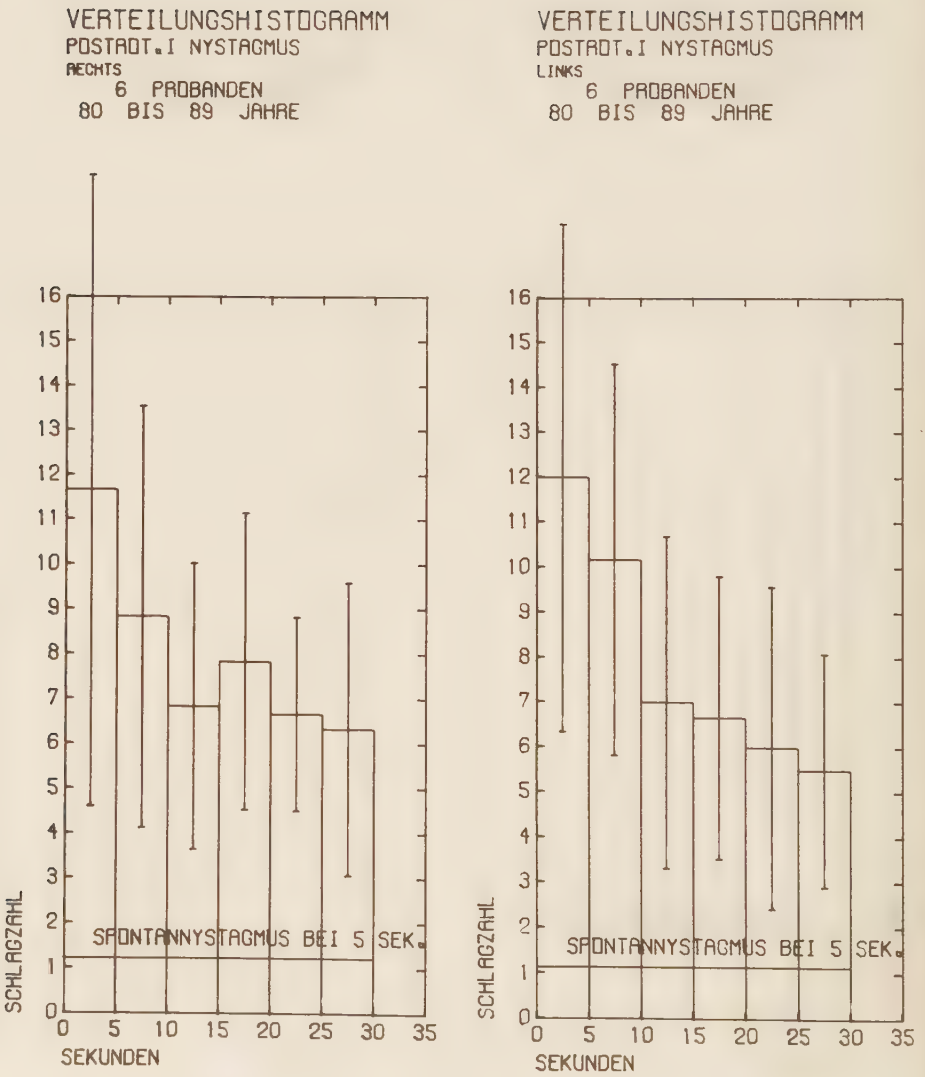

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
RECHTS
6 PROBANDEN
80 BIS 89 JAHRE
SCHLAGZAHL
SEKUNDEN
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.
VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
LINKS
6 PROBANDEN
80 BIS 89 JAHRE
SCHLAGZAHL
SEKUNDEN
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.

Abb. 37

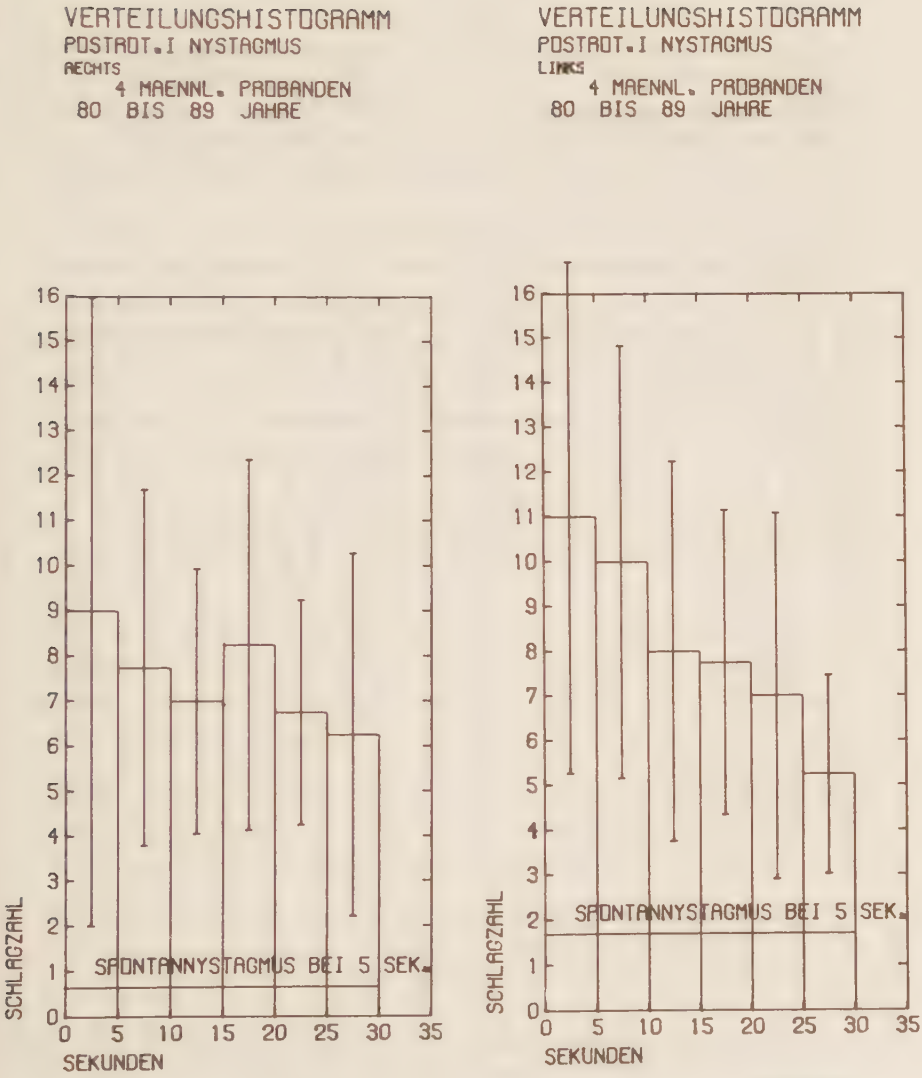
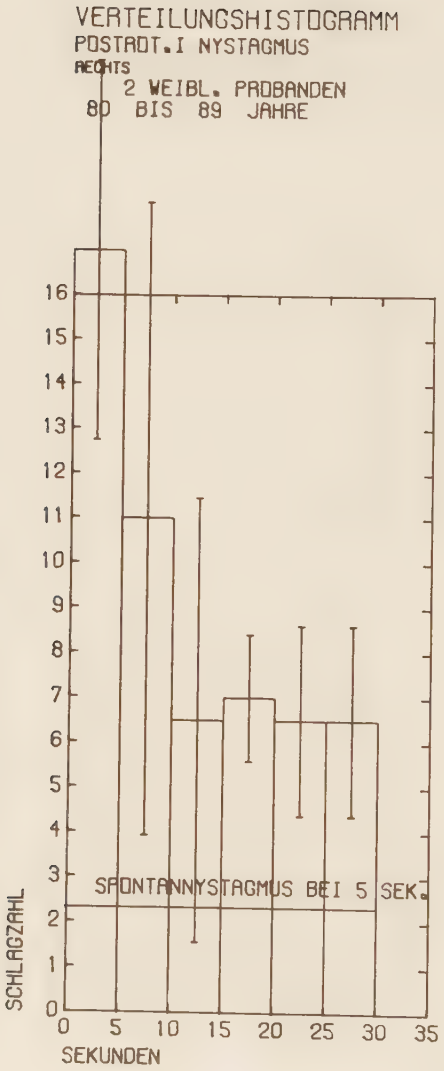

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
RECHTS
4 MAENNL. PROBANDEN
80 BIS 89 JAHRE
SCHLAGZAHL
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.
SEKUNDEN
VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
LINKS
4 MAENNL. PROBANDEN
80 BIS 89 JAHRE
SCHLAGZAHL
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.
SEKUNDEN

Abb. 38


VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
RECHTS
2 WEIBL. PROBANDEN
80 BIS 89 JAHRE
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.
SCHLAGZAHL
SEKUNDEN
0 5 10 15 20 25 30 35
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

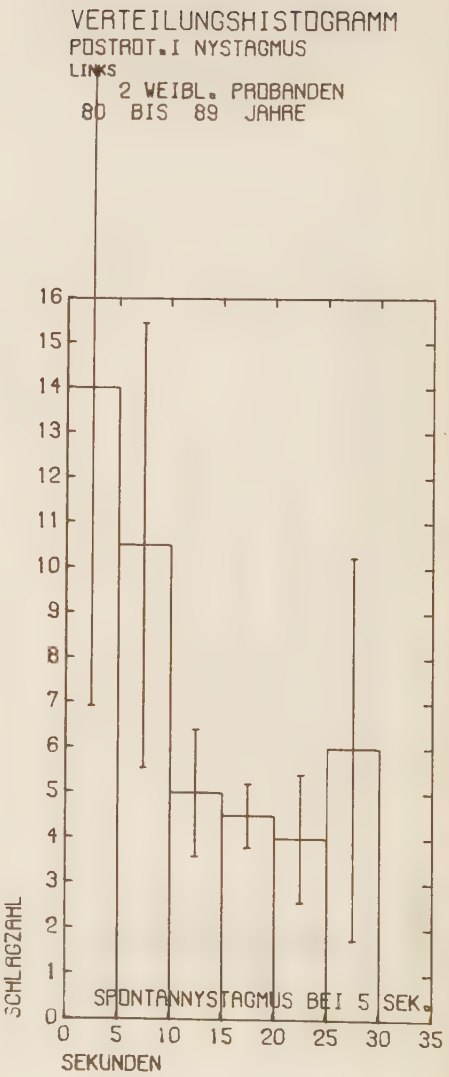

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
LINKS
2 WEIBL. PROBANDEN
80 BIS 89 JAHRE
SPONTANNYSTAGMUS BEI 5 SEK.
SCHLAGZAHL
SEKUNDEN
0 5 10 15 20 25 30 35
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

Abb. 39

3.4.2 Die Zusammenfassung der postrotatorischen Nystagmusschlagraten in doppellogarithmischen Schlagsummenbereichen

Die vorliegenden Ergebnisse der postrotatorischen in 5-Sekunden-Intervallen ausgezählten Nystagmusschlagraten wurden, entsprechend den von CLAUSSEN angegebenen Richtlinien für den RIDT, in Schlagsummenbereichen synoptisch zusammengefaßt.

Zur linearen Optimierung dieser Bereiche haben wir, seinen Vorschriften folgend, sowohl für die Zeitachse als auch für die Nystagmussummenachse den logarithmischen Maßstab gewählt. Der Spontannystagmus ist in gleicher Weise behandelt und in diese Graphiken als durchgezogene Linie eingezeichnet worden. Neben der Darstellung des gesamten Kollektivs wird im folgenden auch eine Gliederung nach Alter und Geschlecht vorgenommen. Im Einzelnen handelt es sich um Abbildungen der integrierten Nystagmusschlagratenverteilung.

Die Schlagzahl und die Schlagsummen sind, wie Abb. 40 zeigt, für 2122 Probanden rechts- und linksschlägig in 5-Sekunden-Zeitintervallen logarithmisch ausgewertet worden.

Die Abb. 41 zeigt die Verteilung der rechts- und linksschlägigen postrotatorischen Nystagmusschlagsummen für die 1231 männlichen Probanden dieses Kollektivs. In der Abb. 42 ist das analoge Verteilungsmuster für die 891 weiblichen Probanden dieses Kollektivs dargestellt.

Die Abb. 43 enthält die postrotatorischen Nystagmusverteilungsmuster der 187 Probanden zwischen dem nullten und neunten Lebensjahr. Diese sind in den Abb. 44 und 45 noch einmal geschlechtsspezifisch aufgegliedert.

In Abb. 46 sind die Nystagmusschlagsummenmuster der 169 Probanden zwischen dem zehnten und 19. Lebensjahr abgebildet, welche in den Abb. 47 und 48 geschlechtsspezifisch sortiert sind.

Die Abb. 49 enthält die postrotatorischen 5-Sekunden-Histogramme der 250 Probanden zwischen dem 20. und 29. Lebensjahr. Diese sind in den Abb. 50 und 51 hinsichtlich männlicher und weiblicher Probanden unterteilt.

Die Abb. 52 stellt die Schlagsummen der 357 Probanden zwischen dem 30. und 39. Lebensjahr dar, welche in den Abb. 53 und 54 bezüglich männlichen und

weiblichen Geschlechtes aufgegliedert sind.

Die Abb. 55 zeigt die postrotatorischen Schlagsummenergebnisse der 376 Probanden zwischen dem 40. und 49. Lebensjahr. Diese sind in den Abb. 56 und 57 geschlechtsspezifisch aufgetragen.

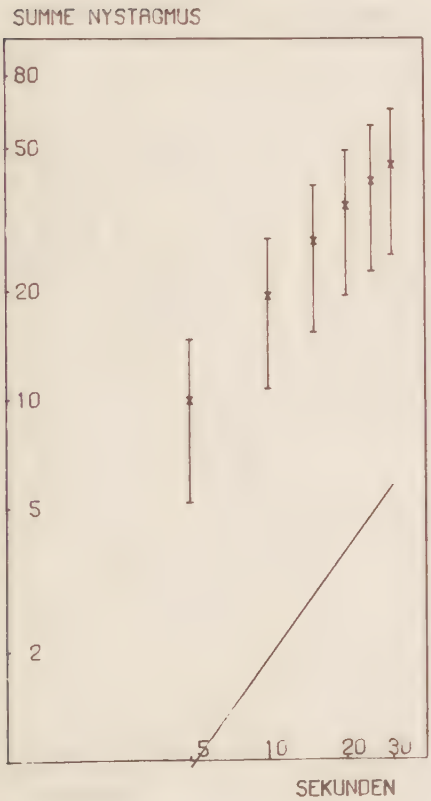
Die Abb. 58 enthält die Verteilungshistogramme der 405 Probanden zwischen dem 50. und 59. Lebensjahr, welche in den Abb. 59 und 60 nach Geschlecht unterteilt sind.

Die Abb. 61 gibt die postrotatorischen Nystagmusschlagsummenmuster zeitabhängig für die 289 Probanden zwischen dem 60. und 69. Lebensjahr wieder. Diese sind in den Abb. 62 und 63 geschlechtsspezifisch für männliche und weibliche Probanden getrennt dargestellt.

Die Abb. 64 enthält die Schlagsummenmuster der 82 Probanden zwischen dem 70. und 79. Lebensjahr, welche geschlechtsspezifisch durch die Abb. 65 und 66 ergänzt werden.

Die Abb. 67 zeigt die Ergebnisse von nur sechs Probanden zwischen dem 80. und 89. Lebensjahr, welche in den Abb. 68 und 69 nach Geschlecht getrennt sind. Aufgrund des kleinen Kollektivs erklären wir die unsystematische Gliederung der Mittelwerte und Standardabweichungen.

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
RECHTS
2122 PROBANDEN



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
LINKS
2122 PROBANDEN

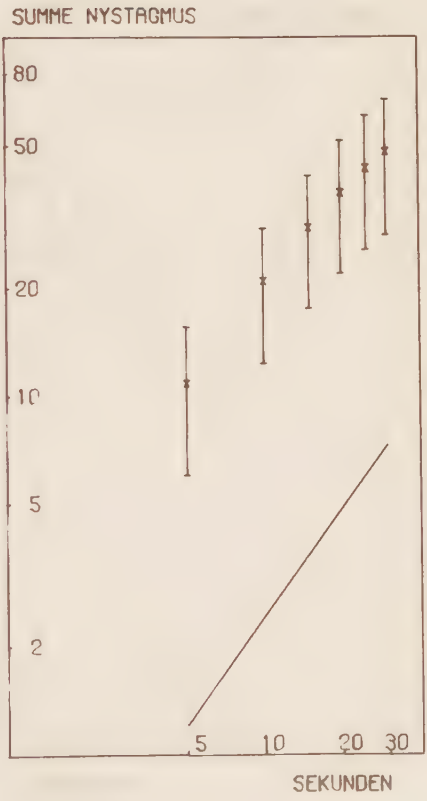
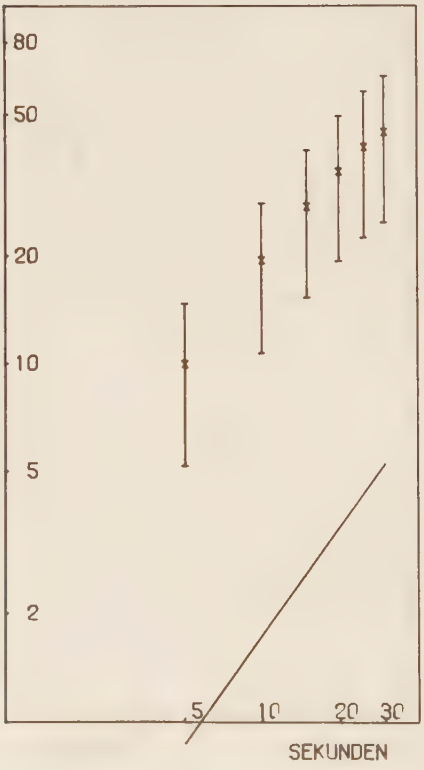


Abb. 40

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT. I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
RECHTS
1231 MAENNL. PROBANDEN



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT. I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
LINKS
1231 MAENNL. PROBANDEN

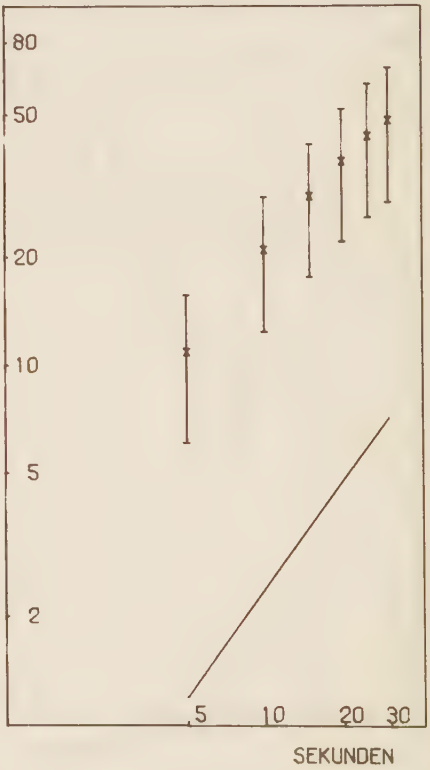
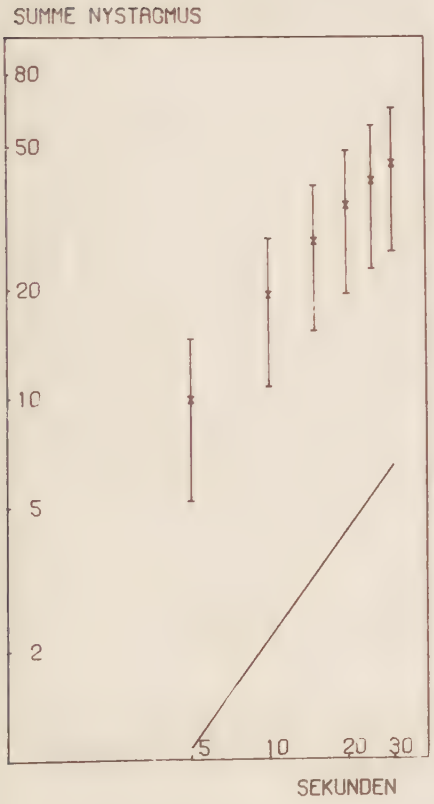


Abb. 41

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
RECHTS
891 WEIBL. PROBANDEN



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
LINKS
891 WEIBL. PROBANDEN

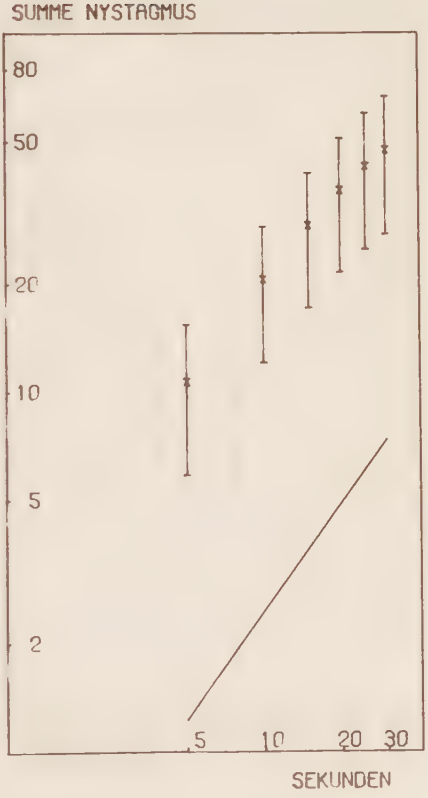
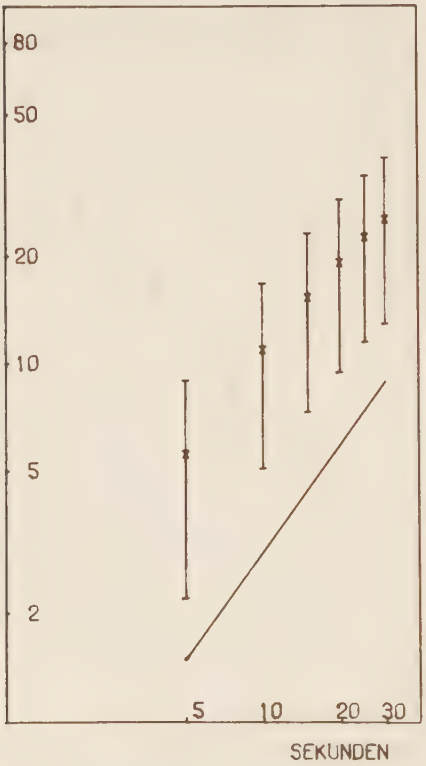


Abb. 42

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
RECHTS
187 PROBANDEN
0 BIS 9 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
LINKS
187 PROBANDEN
0 BIS 9 JAHRE

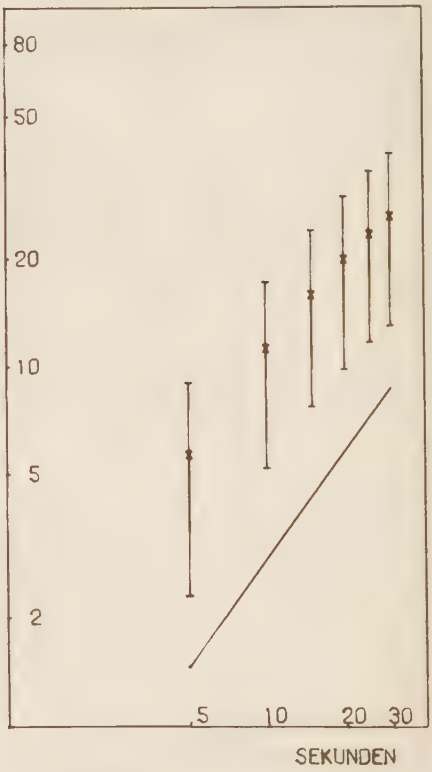
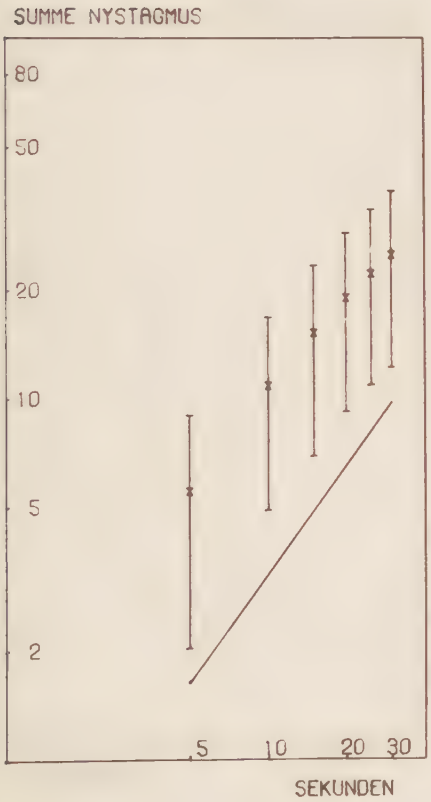


Abb. 43

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
RECHTS
102 MAENNL. PROBANDEN
0 BIS 9 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
LINKS
102 MAENNL. PROBANDEN
0 BIS 9 JAHRE

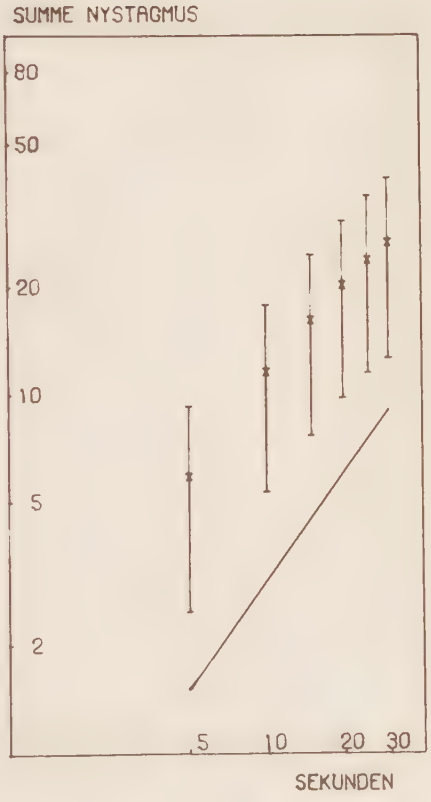
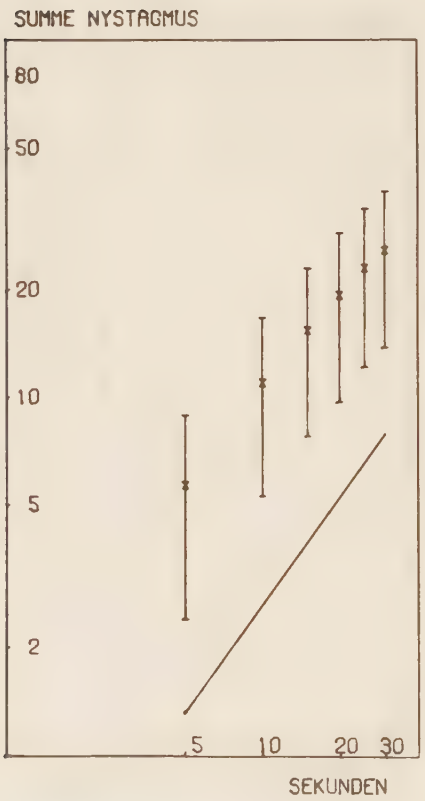


Abb. 44

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
RECHTS
85 WEIBL. PROBANDEN
0 BIS 9 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
LINKS
85 WEIBL. PROBANDEN
0 BIS 9 JAHRE

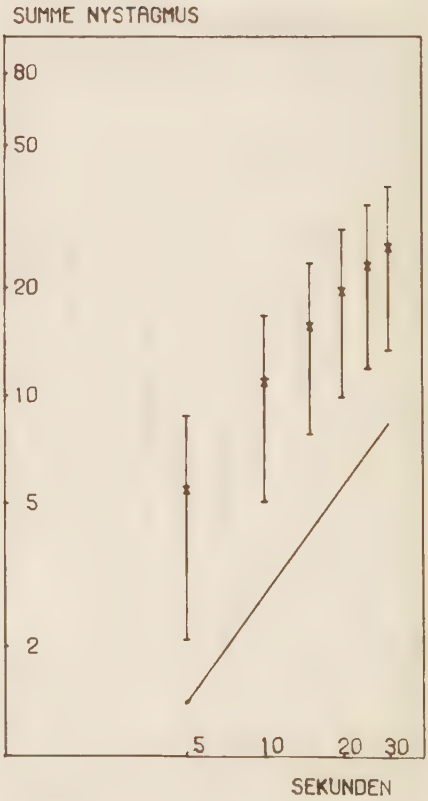
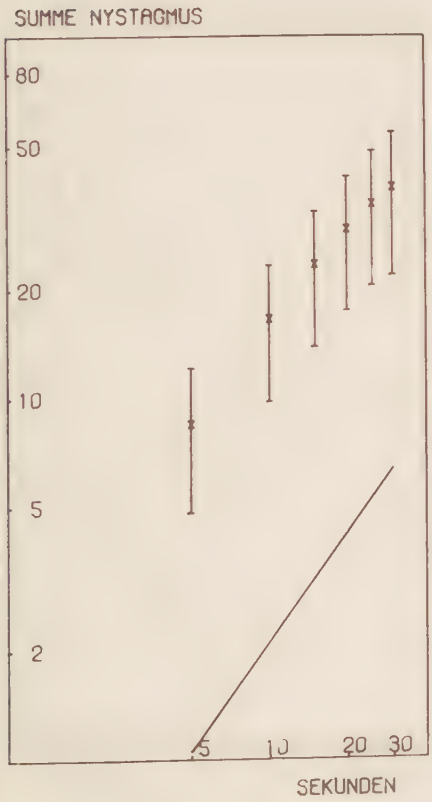


Abb. 45

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
RECHTS
169 PROBANDEN
10 BIS 19 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
LINKS
169 PROBANDEN
10 BIS 19 JAHRE

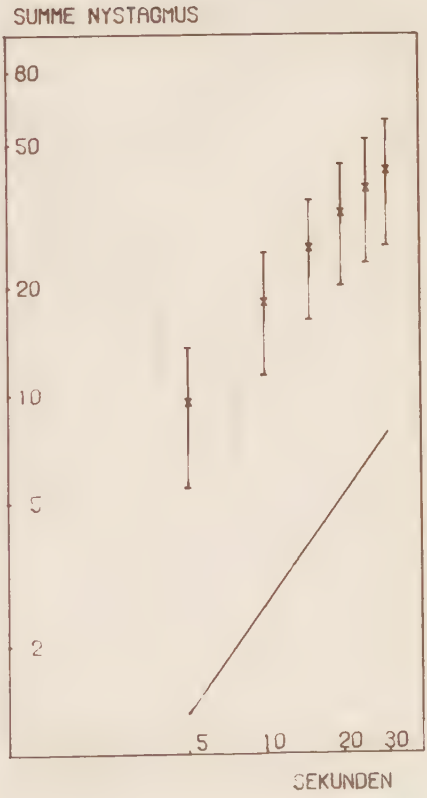
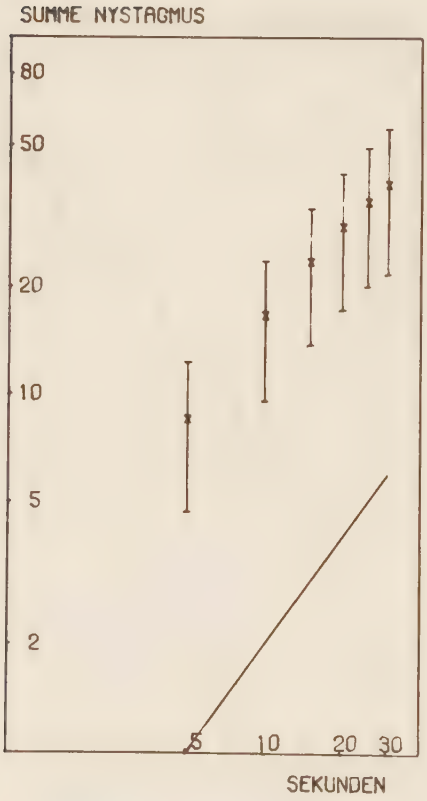


Abb. 46

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
RECHTS
106 MAENNL. PROBANDEN
10 BIS 19 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
LINKS
106 MAENNL. PROBANDEN
10 BIS 19 JAHRE

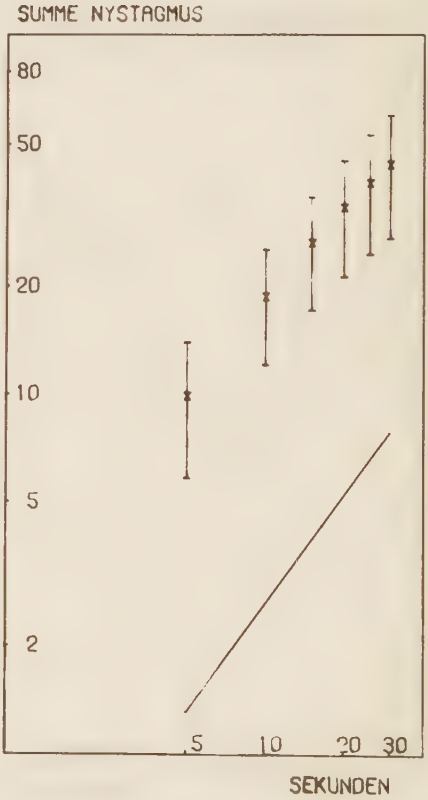
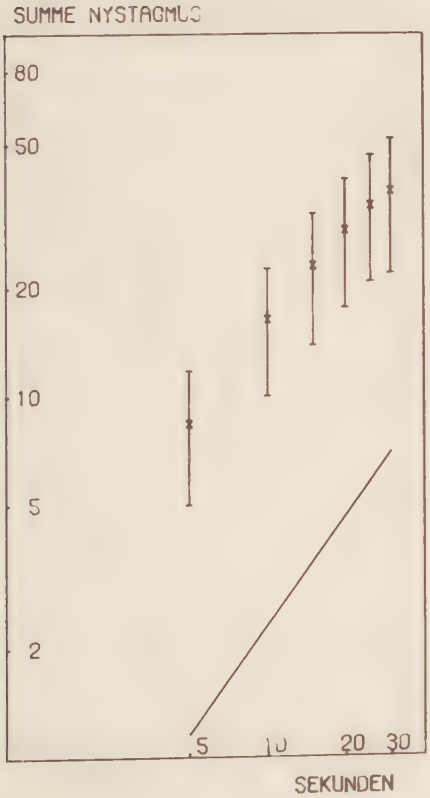


Abb. 47

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT. I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
RECHTS
63 WEIBL. PROBANDEN
10 BIS 19 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT. I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
LINKS
63 WEIBL. PROBANDEN
10 BIS 19 JAHRE

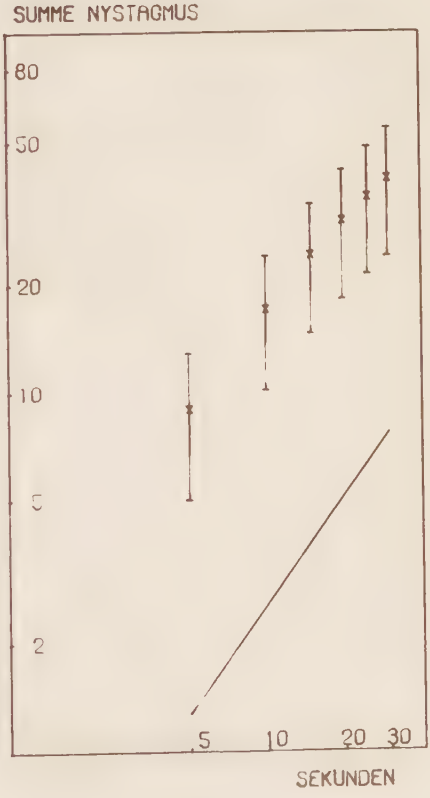
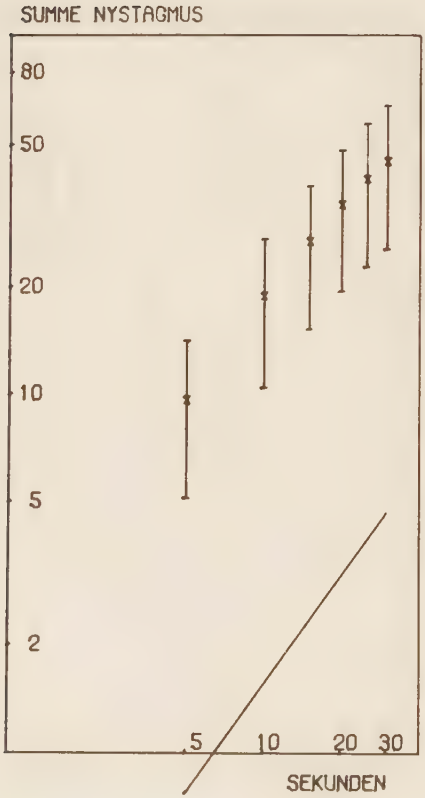


Abb. 48

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
RECHTS
250 PROBANDEN
20 BIS 29 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
LINKS
250 PROBANDEN
20 BIS 29 JAHRE

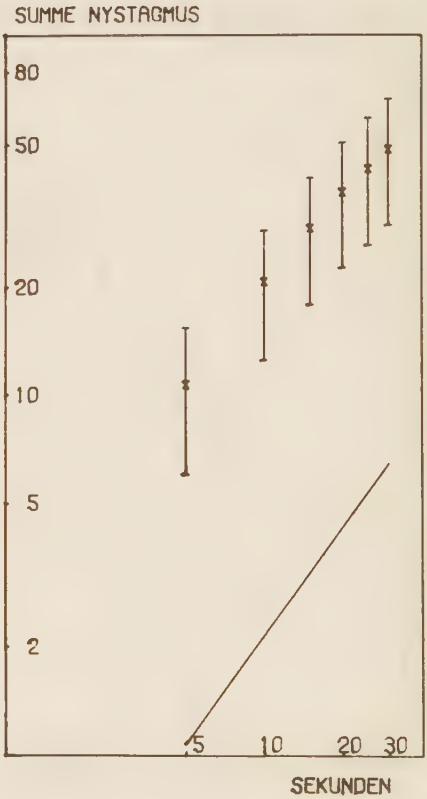
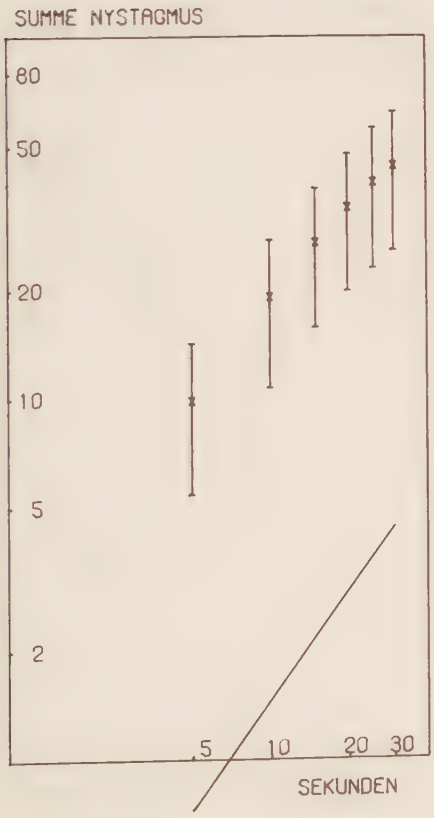


Abb. 49

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
RECHTS
146 MAENNL. PROBANDEN
20 BIS 29 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
LINKS
146 MAENNL. PROBANDEN
20 BIS 29 JAHRE

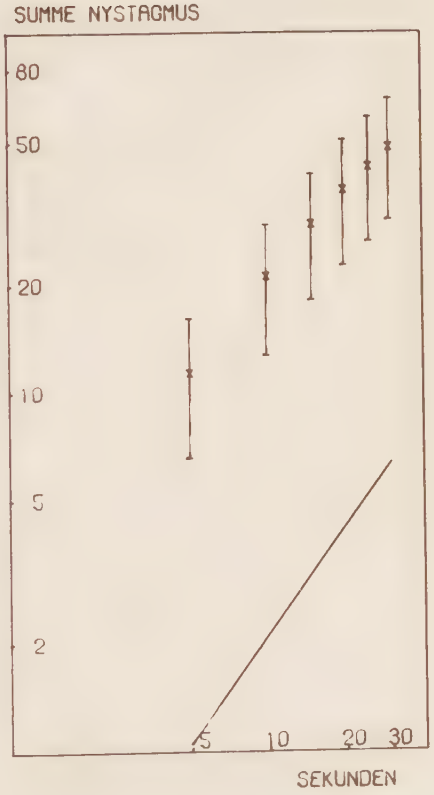
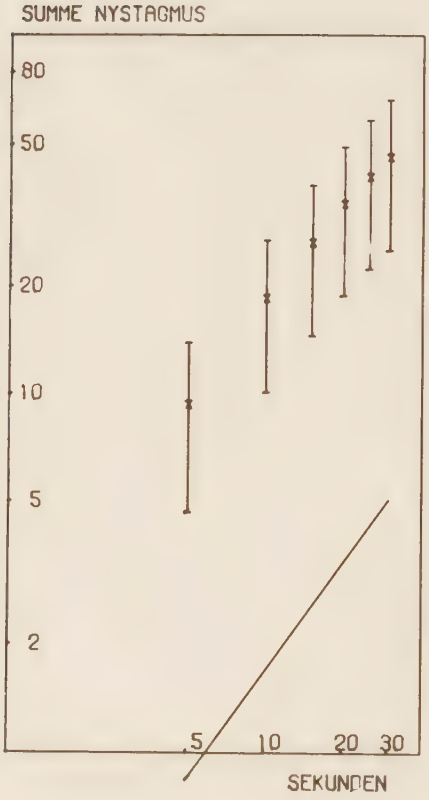


Abb. 50

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
RECHTS
104 WEIBL. PROBANDEN
20 BIS 29 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
LINKS
104 WEIBL. PROBANDEN
20 BIS 29 JAHRE

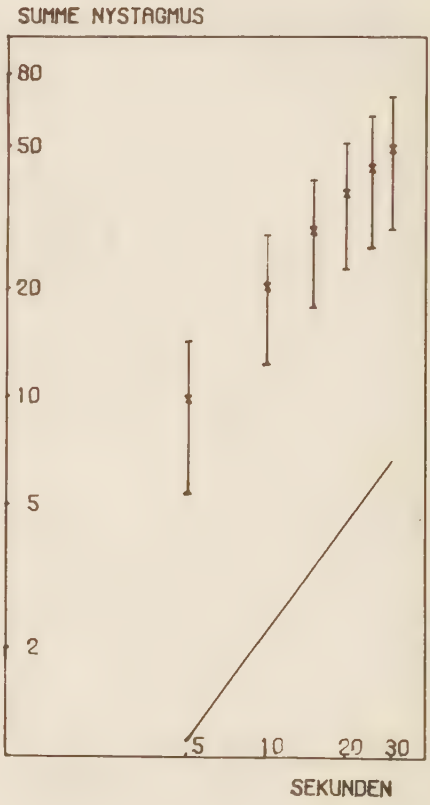
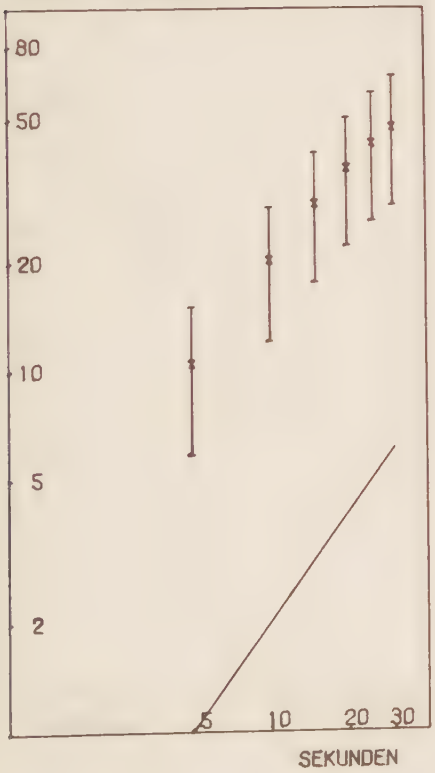


Abb. 51

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
RECHTS
357 PROBANDEN
30 BIS 39 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
LINKS
357 PROBANDEN
30 BIS 39 JAHRE

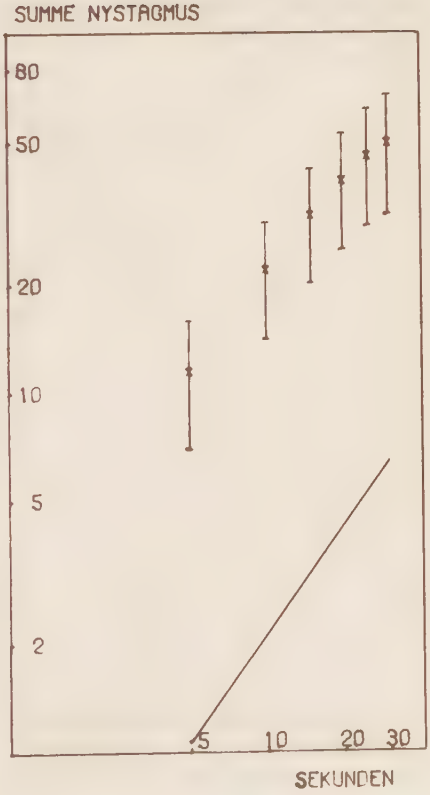
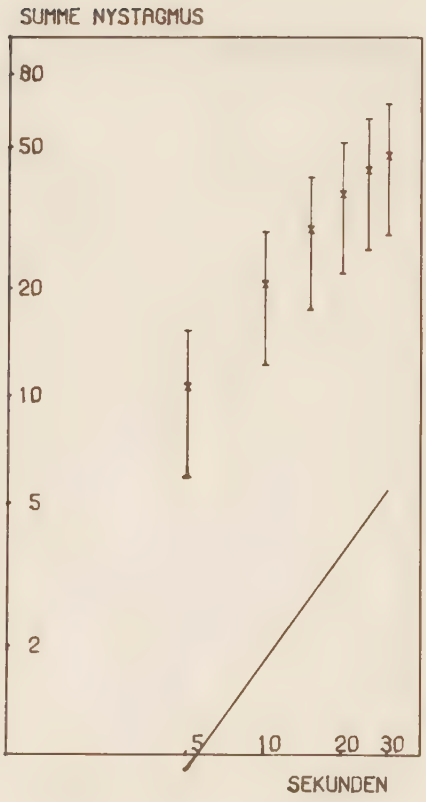


Abb. 52

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
RECHTS
225 MAENNL. PROBANDEN
30 BIS 39 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
LINKS
225 MAENNL. PROBANDEN
30 BIS 39 JAHRE

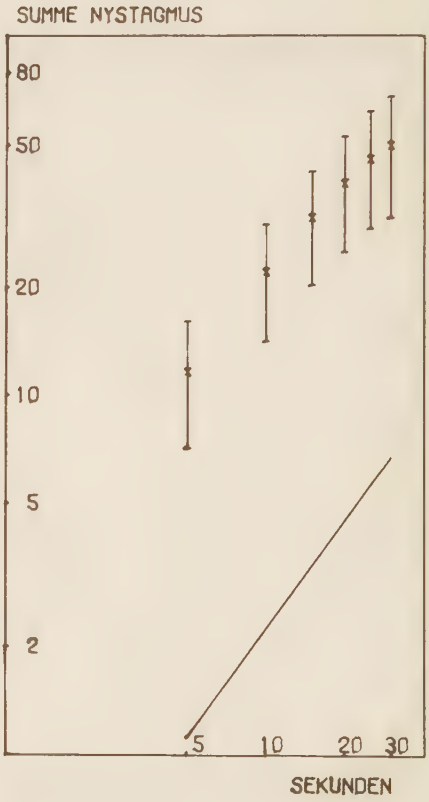
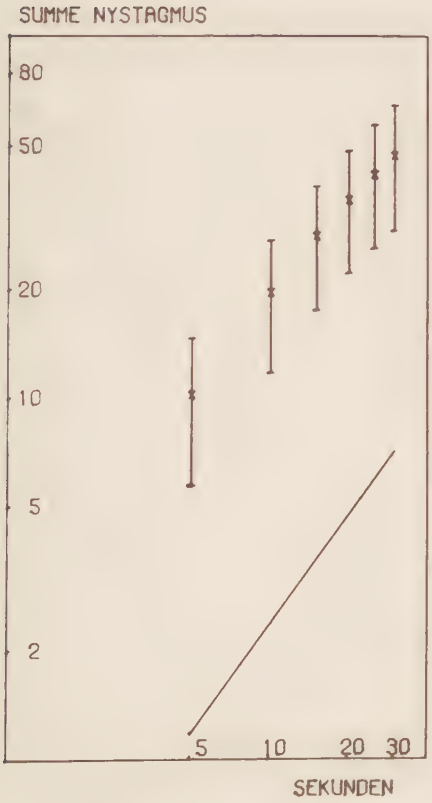


Abb. 53

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
RECHTS
132 WEIBL. PROBANDEN
30 BIS 39 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
LINKS
132 WEIBL. PROBANDEN
30 BIS 39 JAHRE

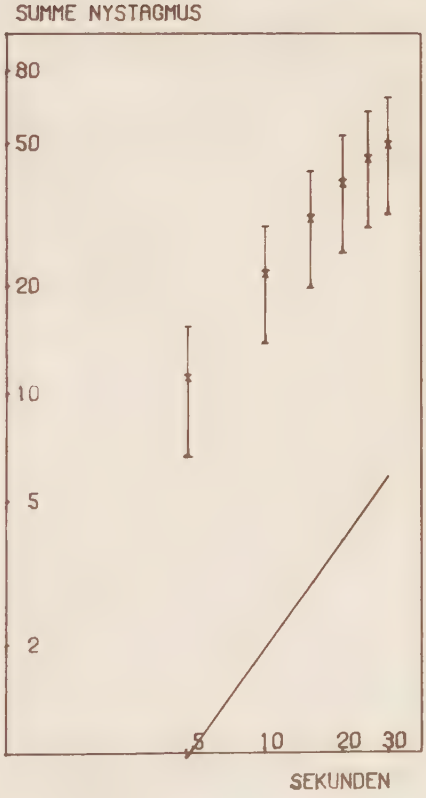
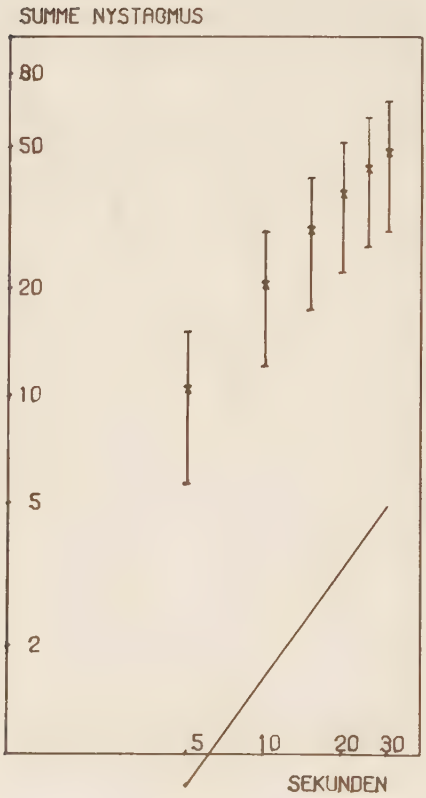


Abb. 54

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
RECHTS
376 PROBANDEN
40 BIS 49 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
LINKS
376 PROBANDEN
40 BIS 49 JAHRE

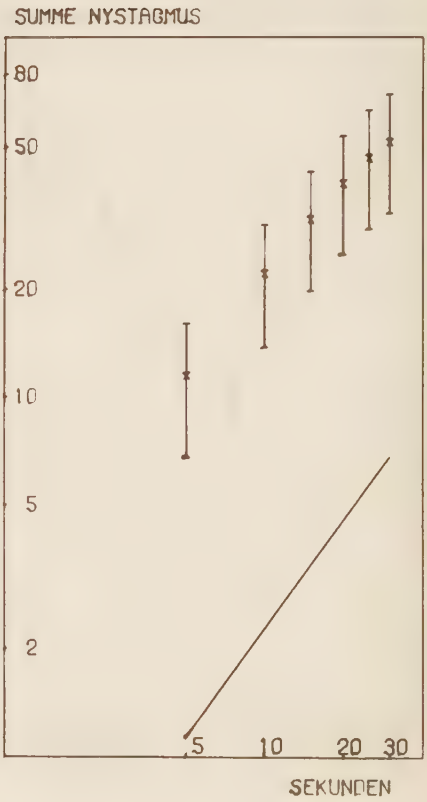
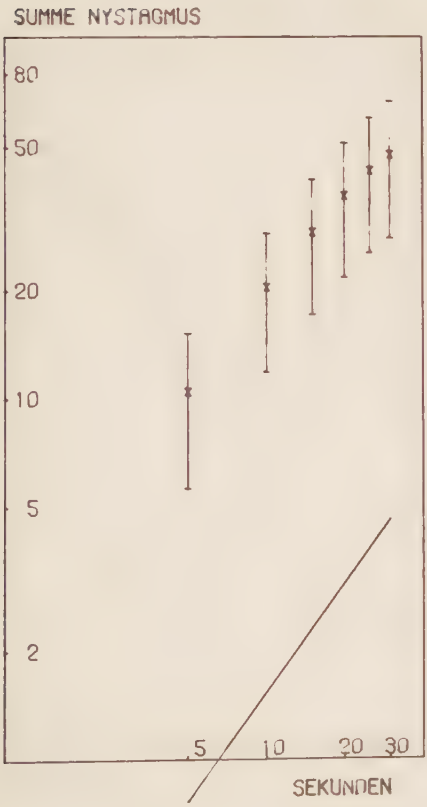


Abb. 55

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
RECHTS
227 MAENNL. PROBANDEN
40 BIS 49 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
LINKS
227 MAENNL. PROBANDEN
40 BIS 49 JAHRE

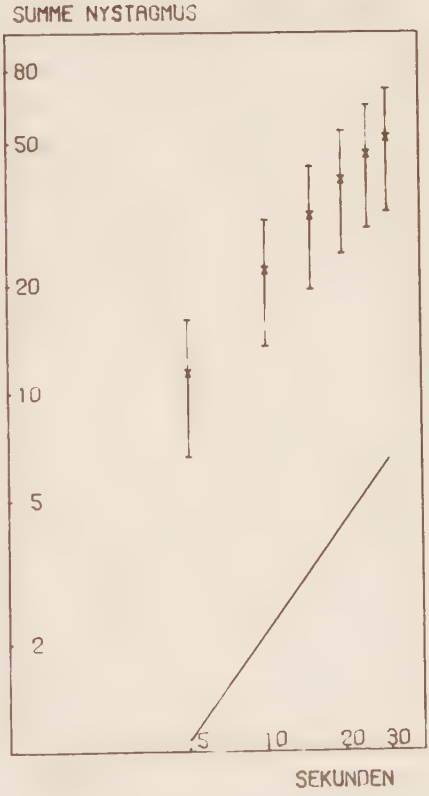
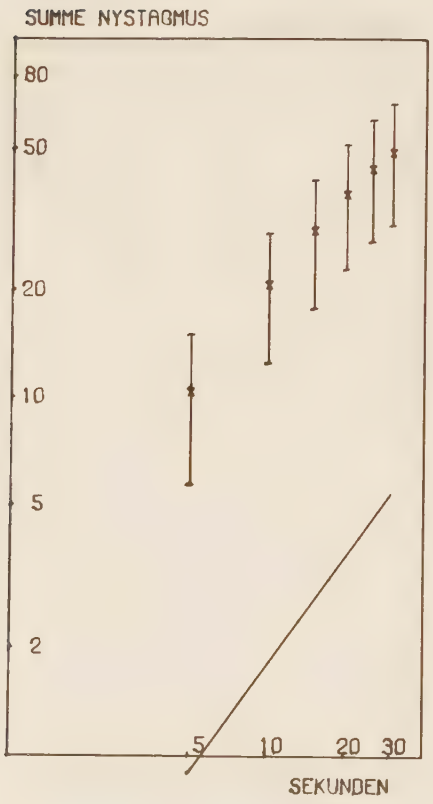


Abb. 56

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
RECHTS
149 WEIBL. PROBANDEN
40 BIS 49 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
LINKS
149 WEIBL. PROBANDEN
40 BIS 49 JAHRE

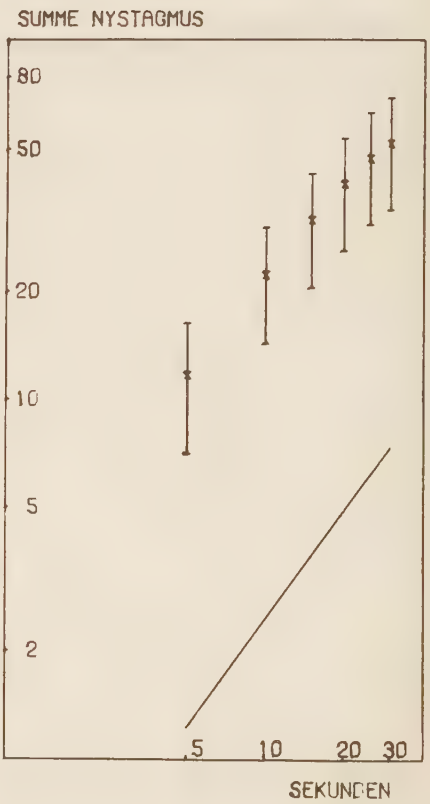
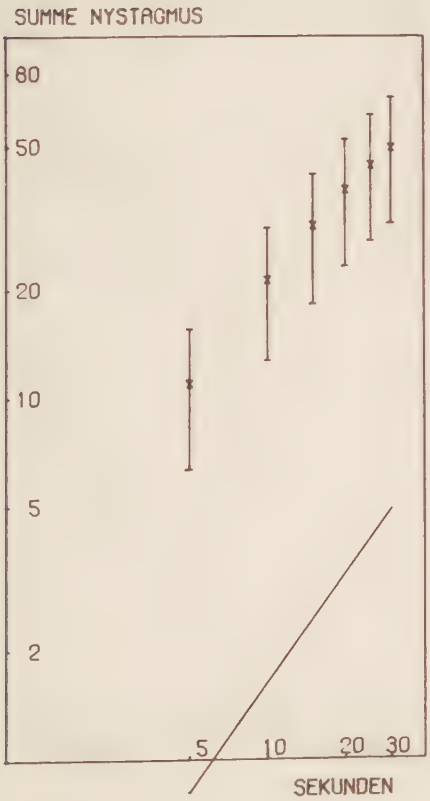


Abb. 57

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
RECHTS
405 PROBANDEN
50 BIS 59 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
LINKS
405 PROBANDEN
50 BIS 59 JAHRE

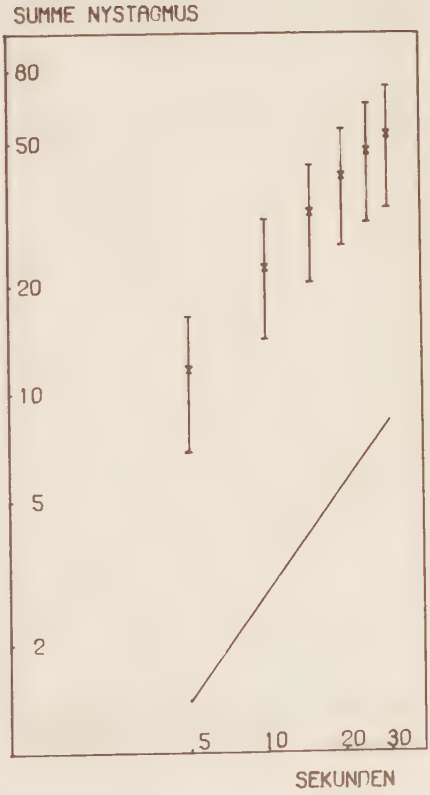
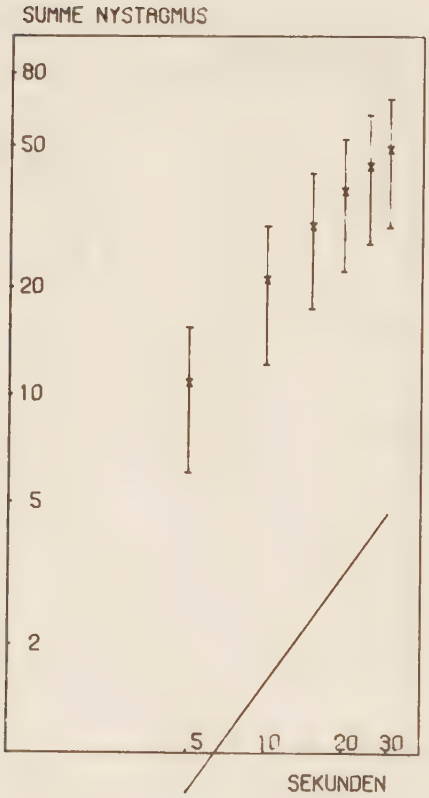


Abb. 58

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
RECHTS
213 MAENNL. PROBANDEN
50 BIS 59 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
LINKS
213 MAENNL. PROBANDEN
50 BIS 59 JAHRE

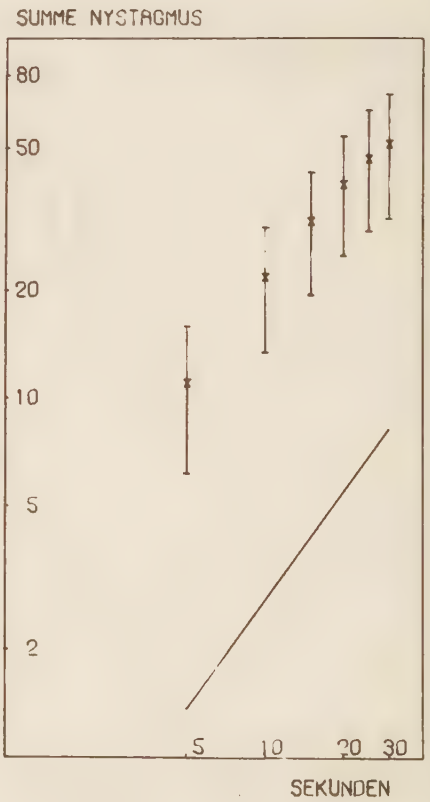
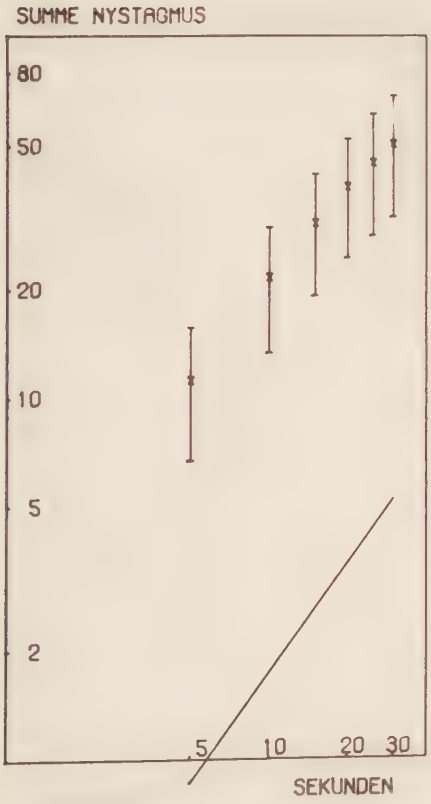


Abb. 59

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
RECHTS
192 WEIBL. PROBANDEN
50 BIS 59 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
LINKS
192 WEIBL. PROBANDEN
50 BIS 59 JAHRE

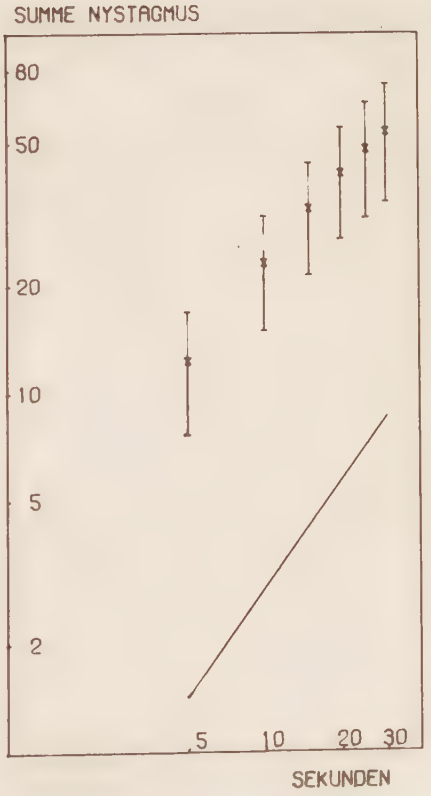
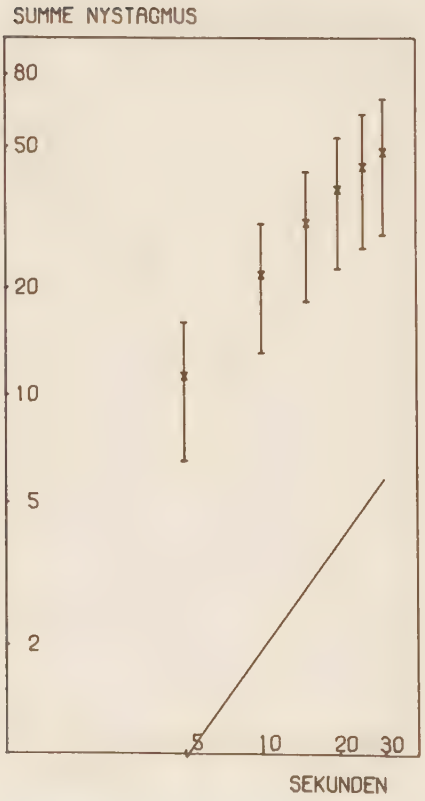


Abb. 60

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
RECHTS
289 PROBANDEN
60 BIS 69 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
LINKS
289 PROBANDEN
60 BIS 69 JAHRE

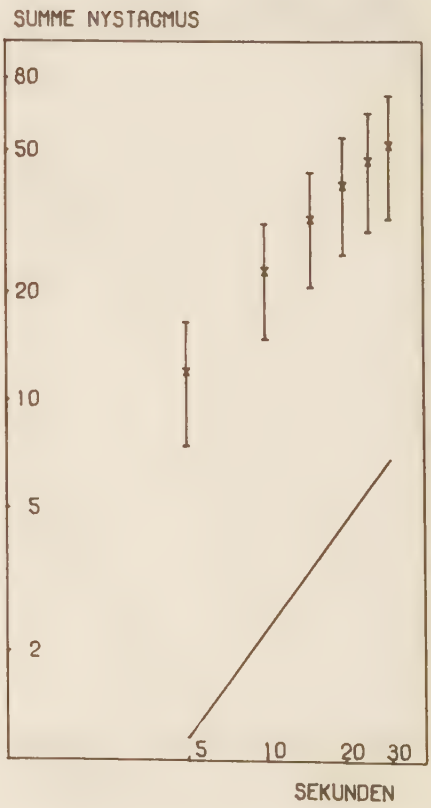
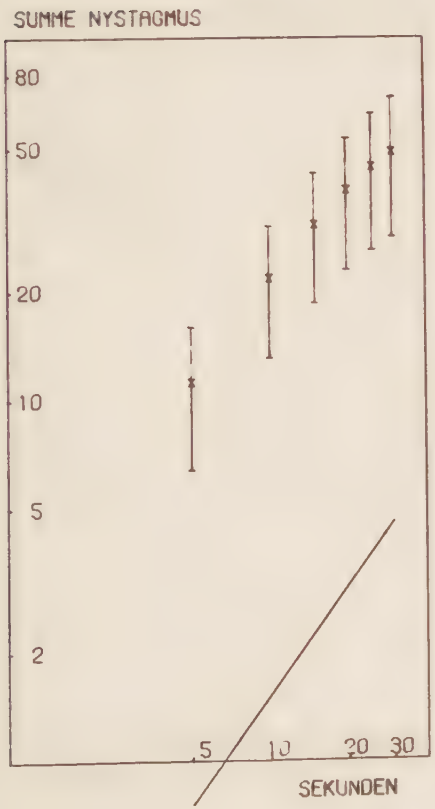


Abb. 61

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
RECHTS
169 MAENNL. PROBANDEN
60 BIS 69 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
LINKS
169 MAENNL. PROBANDEN
60 BIS 69 JAHRE

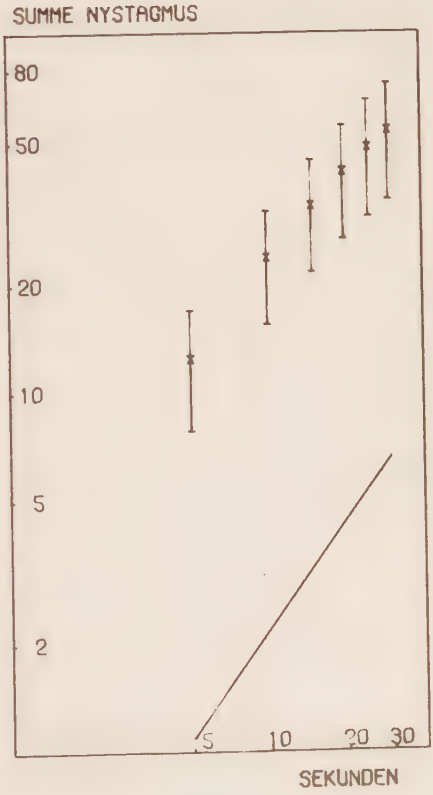
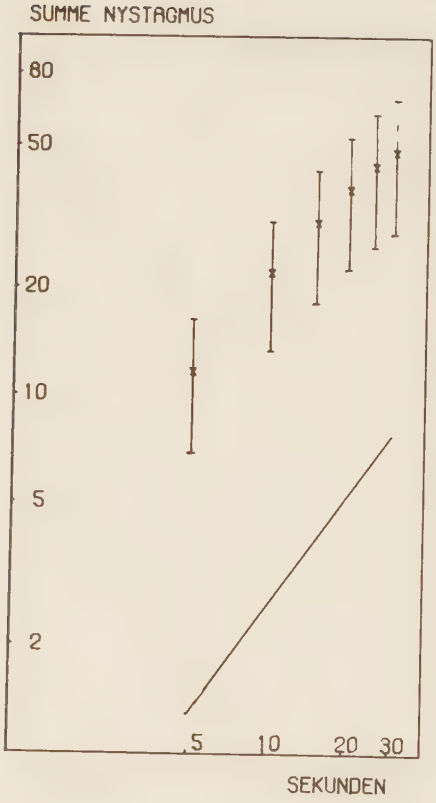


Abb. 62

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
RECHTS
120 WEIBL. PROBANDEN
60 BIS 69 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
LINKS
120 WEIBL. PROBANDEN
60 BIS 69 JAHRE

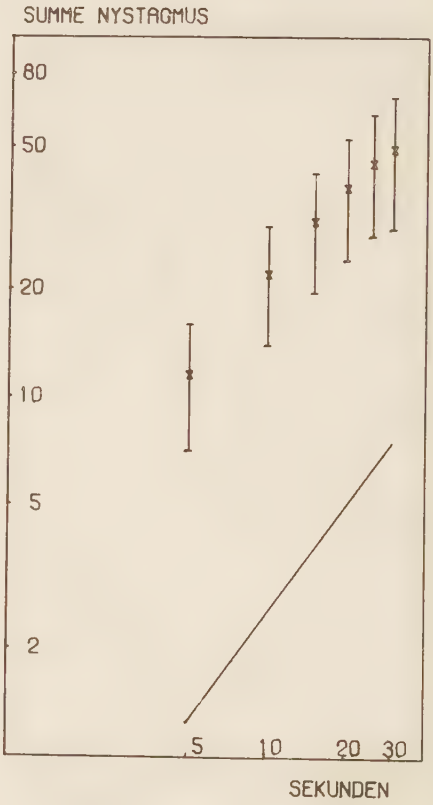
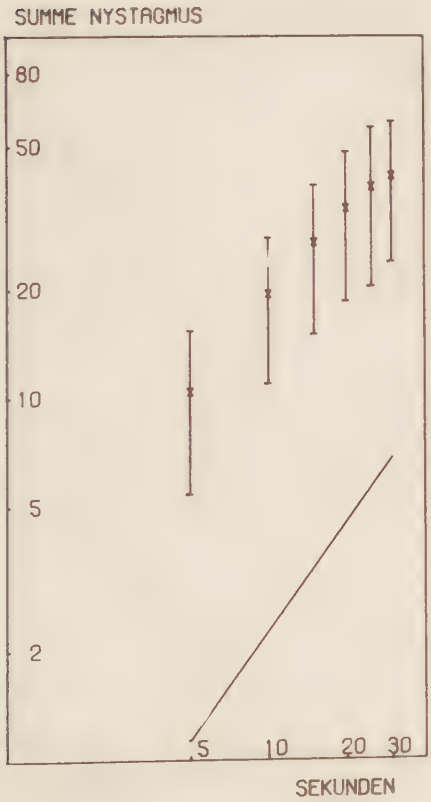


Abb. 63

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
RECHTS
82 PROBANDEN
70 BIS 79 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
LINKS
82 PROBANDEN
70 BIS 79 JAHRE

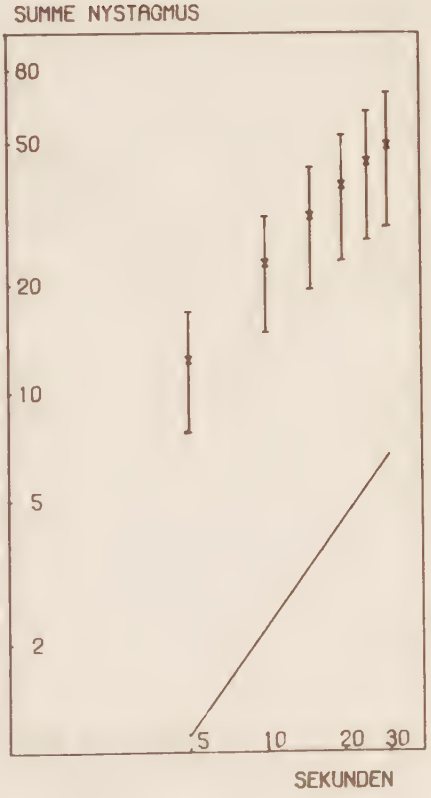
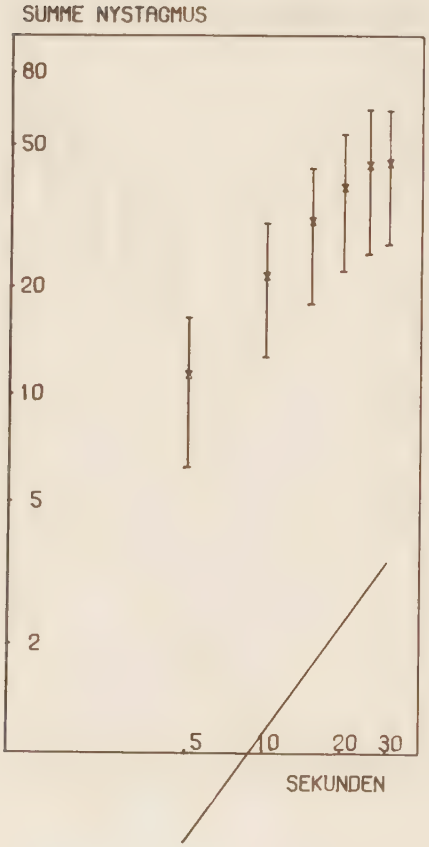


Abb. 64

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
RECHTS
39 MAENNL. PROBANDEN
70 BIS 79 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
LINKS
39 MAENNL. PROBANDEN
70 BIS 79 JAHRE

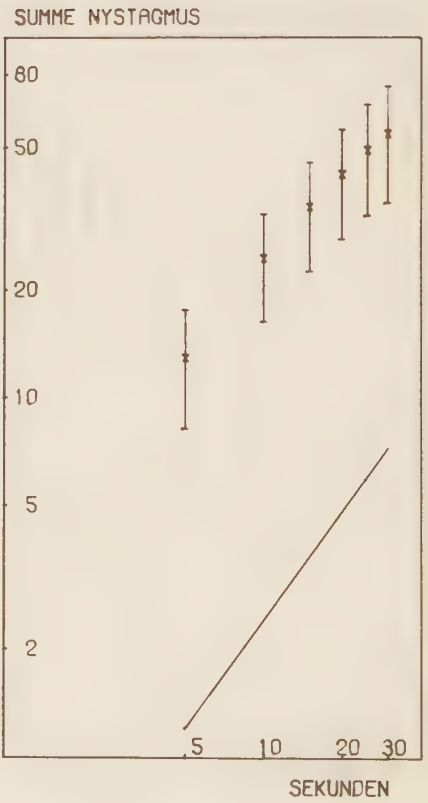
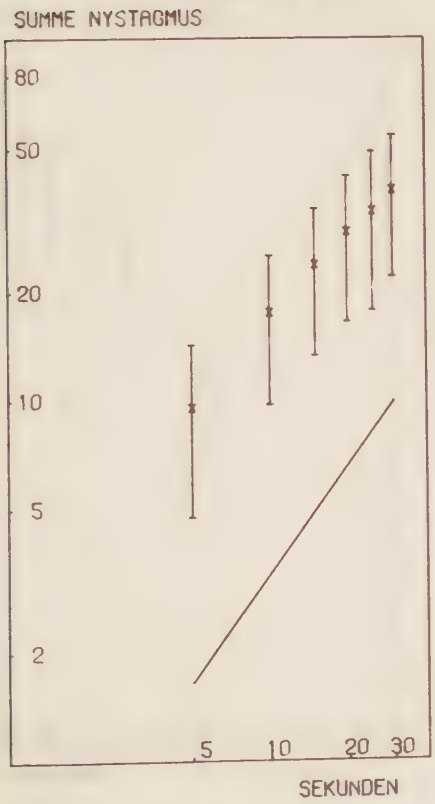


Abb. 65

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
RECHTS
43 WEIBL. PROBANDEN
70 BIS 79 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
LINKS
43 WEIBL. PROBANDEN
70 BIS 79 JAHRE

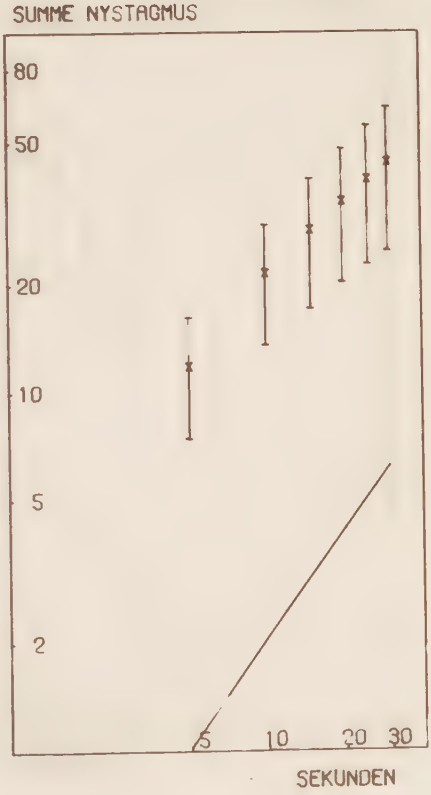
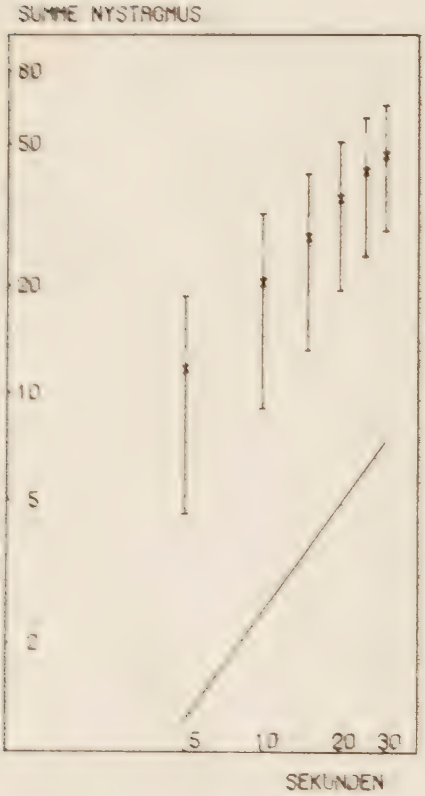


Abb. 66

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
RECHTS
6 PROBANDEN
80 BIS 89 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
LINKS
6 PROBANDEN
80 BIS 89 JAHRE

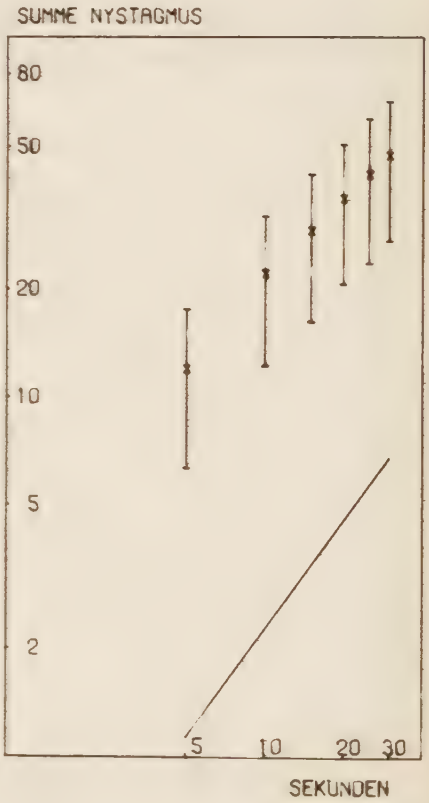
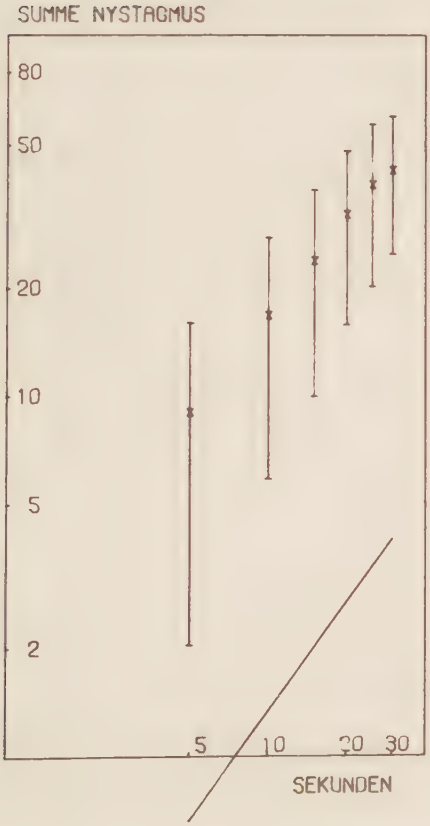


Abb. 57

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
RECHTS
4 MAENNL. PROBANDEN
80 BIS 89 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
LINKS
4 MAENNL. PROBANDEN
80 BIS 89 JAHRE

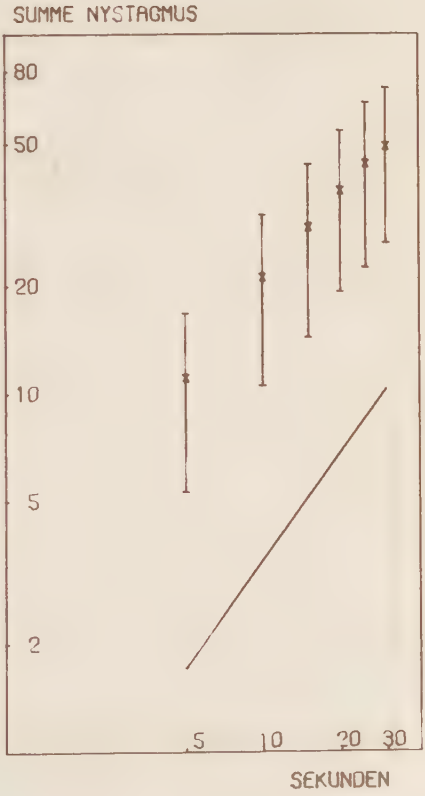
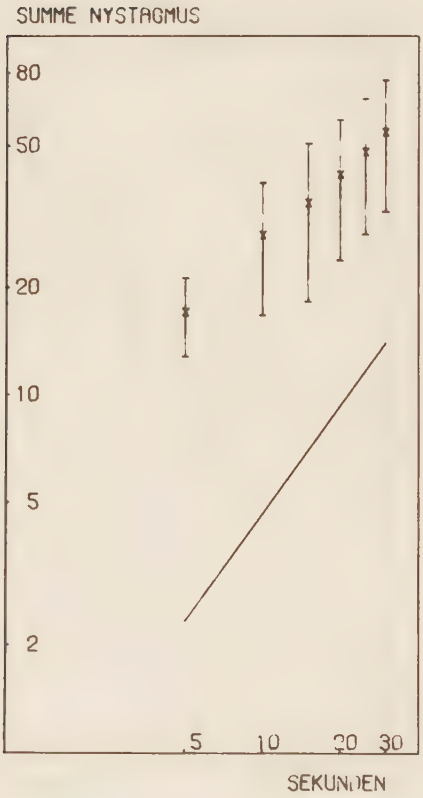


Abb. 68

VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
RECHTS
2 WEIBL. PROBANDEN
80 BIS 89 JAHRE



VERTEILUNGSHISTOGRAMM
POSTROT.I NYSTAGMUS
SCHLAGSUMMEN
UND SPONTANNYSTAGMUS
LINKS
2 WEIBL. PROBANDEN
80 BIS 89 JAHRE

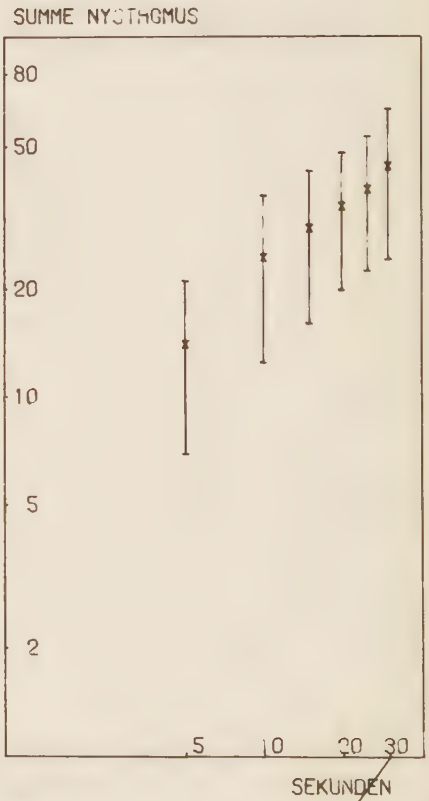


Abb. 69

IV. DISKUSSION

4.1 Die postrotatorische Vestibularisprüfung

Nach den ersten grundlegenden Untersuchungen von FLOURENCE, MACH, BREUER, EWALD und BARANY ist die Drehbeschleunigung als der eigentliche adäquate Stimulus für die Bogengangsrezeptoren im Innenohr anzusehen. Da diese genannten Autoren um die Jahrhundertwende herum noch kein mitlaufendes elektrisches Registrierverfahren der Augenbewegungen besaßen, waren sie darauf angewiesen, den Nystagmus inspektorisch zu beurteilen. Sie führten deshalb auf einfachen handbetriebenen Drehstühlen eine langsame Beschleunigung des Drehstuhles zu immer höheren Drehgeschwindigkeiten durch und bremsten dann den Drehstuhl abrupt ab. Sie erzeugten auf diese Weise den postrotatorischen vestibulären Nystagmus. Der postrotatorische Nystagmus schlägt stets entgegengesetzt zur Drehrichtung, da die Endolymphe aufgrund ihrer Massenträgheit nach dem Abbremsen weitereilt.

VAN EGMOND, GROEN, HULK und JONGKEES haben diesen Test 1946 zur Cupulometrie ausgebaut. Auch sie verwenden ein dreieckiges Stimulusschema, d.h. auf eine schwache, möglichst unterschwellige Andrehphase, folgt eine starke Bremsphase. Die Autoren bremsen in gleicher Weise aus unterschiedlicher Endgeschwindigkeit ab. Dadurch erhalten sie unterschiedlich starke postrotatorische Beschleunigungen. Als Reaktionsparameter verwenden sie zwei verschiedene Phänomene. Das eine ist der postrotatorische Nystagmus. Seine Dauer und Schlagzahl wird von dem Untersucher nach dem Bremsen des Stuhles gemessen. Das andere Phänomen ist das des subjektiven postrotatorischen Drehschwindels. Der Patient muß dem Untersucher über einen Druckknopf bzw. direkt angeben, wie lange nach dem Abbremsen das Schwindelgefühl anhält. Für die Darstellung ihrer Ergebnisse haben die Autoren eine semilogarithmische Stimulusreaktionsgraphik verwendet. Diese nennen sie das Cupulogramm. Die empfindlichere Reaktion liefert im Normalfall der postrotatorische Schwindel. Die Reaktionskennlinie des postrotatorischen Nystagmus verläuft in der Regel parallel zur Schwindelkennlinie.

CLAUSSEN hat sich von dem triangulären Beschleunigungsreizmuster gelöst und verwendet ein sog. trapezoidales Drehbeschleunigungsmuster. Da man heute über elektronisch gesteuerte Drehstühle mit einer angeschlossenen Mehrkanal-elektronystagmographie verfügt, ist man nicht mehr darauf angewiesen, den Nystagmus nur bei stillstehendem Drehstuhl zu beobachten. Das Drehbeschleunigungsschema des RIDT verwendet eine lineare Andrehbeschleunigung von $3^{\circ}/sec^{2}$ während 30 Sekunden. In dieser Zeit wird der Drehstuhl von null auf 90°/sec Geschwindigkeit beschleunigt. Der entstehende perrotatorische Nystagmus wird elektronystagmographisch angezeigt. Im Anschluß daran wird der Drehstuhl mit der konstanten Geschwindigkeit von 90°/sec weitergefahren. Während dieser dreiminütigen Phase herrscht also keine Beschleunigung, d.h. die vestibuläre Erregung wird auf ihren Ausgangsspiegel zurückgedämpft.

Auf diese horizontale Beschleunigungsphase folgt im Zeit-Geschwindigkeits-Diagramm durch den Bremsvorgang ein absteigender Schenkel. Dadurch entsteht die Trapezform des Stimulusmusters. In einer Drittelsekunde wird der Drehstuhl von 90° auf 0°/sec gebremst. Das entspricht einer Drehbeschleunigung von $270^{\circ}/sec^{2}$. Diese Drehbeschleunigung liegt deutlich oberhalb der oberen Diskriminationsgrenze des lateralen Bogengangssystems von $180^{\circ}/sec^{2}$. Wir nennen diesen Stimulus deshalb einen supramaximalen Stimulus.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich ausschließlich mit den Reaktionen von 2122 Patienten auf derartige Stimuli, sowohl in Rechtsdreh- als auch in Linksdrehvorgängen.

4.2 Die postrotatorische Nystagmusreaktion

Auf die im vorangegangenen Abschnitt beschriebenen postrotatorischen RIDT-Stimuli reagieren die Probanden im allgemeinen mit sog. postrotatorischen Nystagmusreaktionen. Dabei entsteht zuerst der postrotatorische Nystagmus I. Bei diesem postrotatorischen Nystagmus sind die Nystagmusschläge entgegengesetzt der Drehrichtung des Drehstuhles gerichtet. Dieser postrotatorische Nystagmus I klingt ab und geht dann über in den postrotatorischen Nystagmus II, welcher in Drehrichtung des Drehstuhles schlägt. Meistens ist nach zwei bis

drei postrotatorischen Nystagmusphasen das Phänomen erloschen. Allerdings hat CLAUSSEN auch über Fälle mit bis zu acht richtungswechselnden Nystagmus-Post-Post-Phänomenen berichtet. Das phasenhafte Auspendeln der Nystagmusreaktion ist als zentrale Antwort auf die periphere Erregung anzusehen.

Der postrotatorische Nystagmus II und die folgenden postrotatorischen Nystagmusphasen lassen einen langsam ansteigenden und dann wieder in seiner Intensität absinkenden Nystagmus erkennen. Der postrotatorische Nystagmus I hingegen, zeigt nach einem sprunghaften Auftreten der Maximalintensität ein hyperbelförmiges Abschwingen oder Dämpfen sowohl der Nystagmusfrequenz als auch der Nystagmusamplitude.

Die vorliegende Arbeit hat sich quantitativ allein mit dem postrotatorischen Nystagmus I in rechtsschlägiger und in linksschlägiger Form beschäftigt. Das Thema wurde wegen der Datenfülle begrenzt.

Entsprechend den von CLAUSSEN für den RIDT angegebenen Vorschriften, wird das Elektronystagmogramm von der Drehstuhlbremsung an in 5-Sekunden-Intervalle unterteilt. Die postrotatorische Nystagmusreaktion wird quantitativ in jedem dieser Intervalle isoliert während der ersten sechs 5-Sekunden-Intervalle durchgeführt und in das RIDT-Schema eingetragen. (s. Abb. 3).

Zusätzlich haben wir unmittelbar nach Bremsung des Drehstuhles die Latenz vom Bremsimpuls bis zum ersten Nystagmusschlag als Zeitdauer gemessen. Die ersten Nystagmusschläge treten bei allen Altersgruppen in weniger als einer Sekunde nach dem Bremsimpuls auf.

Zur Charakterisierung des postrotatorischen Nystagmus im klinischen Bereich hat CLAUSSEN die sog. L-Graphik eingeführt. Durch die Integration der postrotatorischen Nystagmusschläge legt er jeweils die genauen Integrationspunkte auf der Zeitachse fest. Praktisch bedeutet dies, daß er die in den einzelnen 5-Sekunden-Intervallen aufgetretenen Nystagmusschläge aufeinander aufaddiert und die Summenpunkte jeweils an das Ende des gerade bearbeiteten Zeitfensters verlegt. Führt er nun die Darstellung auf einem doppellogarithmischen Zeit-Nystagmusschlagratennetz ein, dann besitzt er eine genaue Angabe, wo die gefundenen Werte abzutragen sind. Durch die doppellogarithmische Abbildung kommt es zu einer Glättung der nicht linear abfallenden postrotatorischen Nystagmusschlagratenverteilung. In

der Regel kann man alle sechs postrotatorischen Nystagmusschlagratenpunkte bei dieser Darstellung mit einer Geraden verbinden und erhält so die postrotatorische RIDT-Kennlinie. Im Gegensatz zu der von CLAUSSEN angegebenen anderen Kennlinie, hat diese Kennlinie nicht nur einen variablen Steigungsfaktor, sondern auch einen variablen Lagefaktor. Diese Faktoren werden von CLAUSSEN und LÜHMANN in folgender Weise beschrieben:

ln Ny = a x ln t + b
ln = natürlicher Logarithmus
Ny = Nystagmus
t = Beobachtungszeit
a und b = Faktoren (a = Steigungsfaktor, b = Lagefaktor)

Für die mittlere Funktionsgleichung erhalten wir für alle 2122 Probanden die Formel:

ln Ny = 0.851 lnt + 0.887

Die unteren Grenzwerte der Streuung für alle 2122 Probanden liegen bei:

ln Ny = 0.864 lnt + 0.2955

Die oberen Grenzwerte der Streuung für alle 2122 Probanden liegen bei:

ln Ny = 0.838 lnt + 1.479

Es bestehen alters- und geschlechtsbezogene Variationen. Diese Werte sind nach Ausrechnung mit der EDV-Anlage im Rechenzentrum Würzburg in nachfolgender Tabelle aufgeführt

a = mittlerer Steigungsfaktor
+a´ = Steigungsfaktor der Streuungswerte nach oben
-a´ = Steigungsfaktor der Streuungswerte nach unten

	a		+a´		-a´	
	re	li	re	li	re	li
alle Probanden	0.853	0.849	0.843	0.834	0.864	0.864
alle männl. P.	0.856	0.850	0.839	0.830	0.872	0.871
alle weibl. P.	0.852	0.848	0.849	0.839	0.852	0.856
alle 0 - 9 J	0.895	0.888	0.781	0.818	1.010	0.958
männl. 0 - 9 J	0.897	0.871	0.776	0.814	1.018	0.928
weibl. 0 - 9 J	0.894	0.624	0.788	0.569	1.001	0.679
alle 10 - 19 J	0.833	0.828	0.913	0.870	0.753	0.786
männl. 10 - 19 J	0.853	0.838	0.890	0.860	0.816	0.816
weibl. 10 - 19 J	0.799	0.906	0.940	0.823	0.659	0.990
alle 20 - 29 J	0.856	0.864	0.888	0.840	0.843	0.887
männl. 20 - 29 J	0.838	0.822	0.873	0.826	0.803	0.819
weibl. 20 - 29 J	0.902	0.812	0.907	0.877	0.897	0.747
alle 30 - 39 J	0.855	0.839	0.841	0.839	0.868	0.840
männl. 30 - 39 J	0.851	0.829	0.837	0.840	0.865	0.817
weibl. 30 - 39 J	0.862	0.920	0.848	0.864	0.877	0.977
alle 40 - 49 J	0.883	0.861	0.840	0.851	0.927	0.870
männl. 40 - 49 J	0.877	0.865	0.837	0.837	0.918	0.893
weibl. 40 - 49 J	0.892	0.859	0.843	0.836	0.941	0.881
alle 50 - 59 J	0.851	0.862	0.835	0.855	0.867	0.868
männl. 50 - 59 J	0.852	0.895	0.848	0.842	0.855	0.948
weibl. 50 - 59 J	0.851	0.854	0.819	0.869	0.882	0.839

		a		+a´		-a´	
		re	li	re	li	re	li
alle	60 - 69 J	0.806	0.830	0.867	0.815	0.746	0.845
männl.	60 - 69 J	0.832	0.791	0.841	0.757	0.823	0.826
weibl.	60 - 69 J	0.771	0.827	0.890	0.870	0.652	0.783
alle	70 - 79 J	0.802	0.777	0.798	0.735	0.806	0.819
männl.	70 - 79 J	0.828	0.829	0.815	0.760	0.841	0.898
weibl.	70 - 79 J	0.780	0.827	0.772	0.828	0.787	0.826
alle	80 - 89 J	0.830	0.751	0.613	0.706	1.048	0.796
männl.	80 - 89 J	0.913	0.801	0.681	0.763	1.144	0.839
weibl.	80 - 89 J	0.623	0.730	0.709	0.695	0.537	0.765

Für den Lagefaktor b erhalten wir folgende Werte:

b = mittlerer Lagefaktor

+b´ = Lagefaktor der Streuungswerte nach oben

-b´ = Lagefaktor der Streuungswerte nach unten

		b		+b´		-b´	
		re	li	re	li	re	li
alle Probanden		0.839	0.935	1.439	1.519	0.240	0.351
alle männl. P.		0.837	0.947	1.453	1.527	0.221	0.368
alle weibl. P.		0.843	0.916	1.419	1.507	0.267	0.326
alle	0 - 9 J	0.139	0.180	0.990	0.955	-0.713	-0.595
männl.	0 - 9 J	0.116	0.240	1.007	0.978	-0.775	-0.497
weibl.	0 - 9 J	0.163	1.617	0.972	2.237	-0.646	0.997

		b		+b´		-b´	
		re	li	re	li	re	li
alle	10 - 19 J	0.742	0.829	1.044	1.239	0.441	0.420
männl.	10 - 19 J	0.713	0.861	1.107	1.243	0.320	0.478
weibl.	10 - 19 J	0.791	0.114	0.964	0.931	0.618	-0.704
alle	20 - 29 J	0.777	0.913	1.339	1.467	0.214	0.359
männl.	20 - 29 J	0.851	1.036	1.377	1.537	0.324	0.535
weibl.	20 - 29 J	0.677	0.782	1.292	1.234	0.063	0.329
alle	30 - 39 J	0.915	1.053	1.457	1.517	0.374	0.589
männl.	30 - 39 J	0.929	1.085	1.499	1.536	0.359	0.635
weibl.	30 - 39 J	0.890	0.744	1.382	1.357	0.398	0.131
alle	40 - 49 J	0.839	0.987	1.477	1.519	0.202	0.456
männl.	40 - 49 J	0.844	0.972	1.478	1.525	0.211	0.418
weibl.	40 - 49 J	0.832	0.994	1.482	1.486	0.182	0.502
alle	50 - 59 J	0.966	1.000	1.525	1.524	0.407	0.476
männl.	50 - 59 J	0.946	0.893	1.503	1.520	0.389	0.266
weibl.	50 - 59 J	0.986	1.011	1.552	1.514	0.421	0.508
alle	60 - 69 J	1.104	1.115	1.474	1.607	0.734	0.623
männl.	60 - 69 J	1.039	1.270	1.491	1.767	0.587	0.774
weibl.	60 - 69 J	1.192	1.109	1.469	1.518	0.915	0.700
alle	70 - 79 J	0.978	1.215	1.512	1.762	0.444	0.668
männl.	70 - 79 J	1.029	1.168	1.554	1.778	0.504	0.557
weibl.	70 - 79 J	0.930	1.078	1.481	1.579	0.379	0.578
alle	80 - 89 J	0.893	1.210	2.077	1.896	-0.291	0.523
männl.	80 - 89 J	0.522	1.048	1.771	1.795	-0.728	0.300
weibl.	80 - 89 J	1.822	1.257	1.995	1.778	1.650	0.737

Die rechnerisch ermittelten Lagewerte erweisen sich als wesentlich genauer als die aus den Graphiken extrapolierten Werte, da logarithmische Darstellungen keine Null-Koordinaten besitzen. Dies gilt insbesondere im Vergleich zwischen unseren Lagewerten und den von CLAUSSEN angegebenen Werten.

4.3 Die Normierung der postrotatorischen Nystagmusreaktion I

Da in dem Drehversuch ad modum RIDT die Stimulusbedingungen sehr genau beschrieben sind und in der Versuchssituation auch relativ genau eingehalten werden können, kann man versuchen, die individuelle Reaktion in Beziehung zu einer Gruppennorm zu setzen. Diesbezügliche Vorschläge wurden bereits 1911 von BARANY und WITTMAACK gemacht. GRAYBIEL und sein Team haben dieses System bei der NASA in ihrer Tausend-Flieger-Studie aufgegriffen und versucht, Reaktionsnormen von dem Verhalten von 1000 gleichaltrigen gesunden Piloten abzuleiten. Die Schwäche dieses Verfahrens liegt aber, wie GRAYBIEL und OBERMANN im Vorwort zu ihrer Studie betonen, darin, daß man nicht genau vorhersagen kann, wie sich dieses Kollektiv in Bezug auf die übrige breitgestreute Population hinsichtlich der jeweils getesteten Reaktion verhält. Statistisch enthalten solche Reaktionen einen hohen Exzess. Die Verteilungsränder sind besonders schwach. CLAUSSEN arbeitet hingegen mit einem gemischt gesund-kranken Probandenkollektiv für seine Standardisierung. Dabei betont er die Randbereiche der Verteilung besonders. Sein Vorgehen ist folgendes: In Anlehnung an die Tausend-Flieger-Studie von OBERMANN, GRAYBIEL et al. hat CLAUSSEN versucht, das anfallende umfangreiche Datenmaterial für den Gebrauch seiner Gruppe zu standardisieren. Den Nachteil der NASA-Studie, auf den die Autoren selbst hinweisen, nämlich, daß durch die Selektion von Normalpersonen zu enge Grenzen gesetzt werden, hat er dadurch vermieden, daß er gemischte Kollektive über alle Altersklassen gestreut, aus verschiedenen groß- und kleinstädtischen Regionen mit 15 - 20 % sogenannter Normalpersonen unter den neurootologischen Patienten verwendet hat.

Die ermittelten Wertbereiche für "normal" und "pathologisch" müssen einer praktischen Erprobung unterzogen werden, denn allein diese kritische Prüfung sagt aus, ob sich das betreffende Parametersystem auf die Dauer bewährt oder nicht. Mit unserer Arbeit haben wir 4244 postrotatorische Nystagmusreaktionen von 1231 Männern und 891 Frauen untersucht. Dabei streute die Altersverteilung über die ersten neun Altersdekaden. Es zeigt sich, daß die Normbereiche im doppellogarithmischen Feld für alle 2122 Probanden etwa linear ansteigen. Das gilt sowohl für die 1231 Männer als auch für die 891 Frauen. Auffällig ist bei dieser Darstellung allerdings die Bereichsverschiebung zwischen den verschiedenen Altersklassen. So erkennt man, daß die mittlere postrotatorische Nystagmusschlagsumme bei den 187 Probanden zwischen dem nullten und neunten Lebensjahr (s. Abb. 43) mit Mittelwert und Standardabweichung unterhalb dem Bereich der 357 Probanden zwischen dem 30. und 39. Lebensjahr (s. Abb. 52) liegt. Das gilt sowohl für den Rechts- als auch für den Linksnystagmus. Wir erhalten, wenn wir diese beiden Kollektive isoliert nehmen, zwei vollkommen getrennte Normbereiche. Auf diese Schwierigkeiten hat CLAUSSEN schon früher hingewiesen, indem er beschrieben hat, daß es parabelförmige und hyperbelförmige altersgruppierte Normbereiche gibt. Wird nur eine Parabelkuppe angeschnitten, so kann man den Normbereich für ein größeres Altersspektrum verwenden. Wird hingegen eine stark abfallende Hyperbel zum Normbereich, dann muß man altersmäßig die Ergebnisse separieren und darf nur Ausschnitte auf die altersentsprechende Patientengruppe als Norm verwenden. Im vorliegenden Falle beobachten wir die stärksten Bereichssprünge zwischen der ersten und der dritten Lebensdekade. Danach werden die Sprünge so gering, daß man aus praktischen Gründen von einem annähernd einheitlichen Normbereich für die weiteren Lebensdekaden sprechen kann. Angesichts der geringen Fallzahl in der neunten Lebensdekade kann dieses Ergebnis nicht als repräsentativ angesehen werden. Da die aus dem Gesamtkollektiv berechneten Normbereiche Einflüsse aller Teilgruppen enthalten, ist ihr Streuungsmaß größer als bei dem Durchschnitt der Teilkollektive. Dieser Normbereich erfüllt, wie man aus Überlagerungsbetrachtungen erkennen kann, die Erwartungen aller Normbereiche von der dritten bis zur neunten Lebensdekade. Nach unten verschoben sind hingegen die Bereiche der ersten und der zweiten Lebensdekade.

Als grobe Faustregel läßt sich aus den statistischen Ergebnissen dieser Arbeit folgern, daß die postrotatorischen RIDT-Normbereiche, die wir aufgrund von 4244 postrotatorischen Nystagmusreaktionen berechneten, voll gültig nur für die dritte und höheren Lebensdekaden sind. Postrotatorische Nystagmusreaktionen der ersten und zweiten Lebensdekade bedürfen hinsichtlich ihrer Normalitätseinschätzung im RIDT der Zuordnung zu altersentsprechenden Normbereichen.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Mit der vorliegenden Arbeit wurden die Möglichkeiten der nadelförmigen binauralen Vestibularisbelastung mittels eines elektronisch programmierbaren Drehstuhles und elektronystagmographischer Augenbewegungsaufzeichnungen untersucht. Dieser Drehstimulus gehört als postrotatorischer Anteil zum RIDT. Der RIDT bietet sowohl im per- als auch im postrotatorischen Anteil die Möglichkeit der exakt abstufbaren Vestibularisreizung. Dadurch unterscheidet er sich u.a. von der kalorischen Vestibularisreizung. Während der perrotatorische Nystagmus eine parabelförmige Intensitätsverteilung aufweist, besitzt der Postrotatorius I eine hyperbelförmige Intensitätscharakteristik. Um die individuellen Reaktionsintensitäten für die Diagnostik über Kennlinienmuster nutzbar zu machen, verwendet CLAUSSEN für die Darstellung der postrotatorischen Nystagmusreaktionsdynamik einen doppellogarithmischen Frequenz-Zeit-Abbildungsraum.

Bei 2122 Patienten haben wir den RIDT elektronystagmographisch aufgezeichnet und die Ergebnisse des Postrotatorius nach Altersdekaden und Geschlechtern getrennt mittels einer Datenanalyse im Rechenzentrum der Universität Würzburg untersucht. Das Kollektiv umfaßte 1231 Männer und 891 Frauen. Die Geschlechtsunterschiede waren also nicht sehr auffällig. Große Differenzen zeigten sich aber beim Vergleich der Nystagmusintensitäten von Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen, wobei die Intensität des Postrotatorius in dieser Reihenfolge anwächst. Die Reaktionsdynamiken sind als charakteristische Kennlinien in Computerzeichnungen mit Mittelwert und Standardabweichungen abgebildet. Außerdem haben wir die Lage- und Steigungsfaktoren dieser doppellogarithmischen Potenzfunktionen arithmetisch bestimmt. Im Vergleich zu NODEC I erhielten wir für die Steigungsfaktoren identische Werte. Die Lagefaktoren erwiesen sich bei rechnerischer Bestimmung als geringer als bei Extrapolation aus kasuistischen Kennliniendarstellungen.

VI. LITERATURVERZEICHNIS

AANTAA, E.: Light-induced and spontaneous variations in the amplitude of the electro-oculogram.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 267: (1970)

AANTAA, E.: Über die Stabilität des corneo-retinalen Potentials während der elektronystagmischen Aufzeichnung der Augenbewegungen.
Verh. Ges. Neurootol. Aequ. 1: 110–119 (1975)

ALEXANDER, G., MARBURG, O., BRUNNER, H.: Handbuch der Neurologie des Ohres, Bd. I - III.
(Urban und Schwarzenberg, Berlin-Wien 1924–1926)

ANSON, B.J., HARPER, D.G., WINCH, T.R.: The vestibular system, anatomic considerations symposium.
Arch. Otolaryng (Chigaco) 85: 497–516 (1967)

AUST, G.: Über den klinischen Wert der Nystagmusdauer.
HNO (Berlin) 20: 86 (1972)

AUST, G.: Über das elektronystagmographisch registrierte Nystagmussignal.
Verh. Ges. Neurootol. Aequ. 1: 88–109 (1975)

AUST, G.: Schwindel hat viele Ursachen.
Ärztliche Praxis XXIX. Jahrgang vom 3.5.1977

BARANY, R.: Untersuchungen über den vom Vestibularisapparat des Ohres reflektorisch ausgelösten rhythmischen Nystagmus und seine Begleiterscheinung.
Mschr. Ohrenheilk. 40: 193–297 (1906)

BARANY, R., WITTMAACK, K.: Funktionelle Prüfung des Vestibularisapparates.
(Fischer, Jena) 1911

BAROLIN, GUTMANN, HITZENBERGER, MOSER, SCHERZER, TILSCHER, ZECHNER: Dem "Schwindel" auf der Spur aus Medical Tribune vom 28.10.77 S. 66–69

BARTUAL, J.: Über die Physiologie des vestibulären Nystagmus.
Verh. Ges. Neurootol. Aequ. 1: 57–87 (1975)

BASSERES, F.: Étude du nystagmus spontane, périphérique et central.
Rev. Laryng. (Bordeaux) 90: 546 (1969)

BECK, C.: Schwindel durch Alkoholintoxikation und ototoxische Substanzen.
aus Therapiewoche 29 vom 28.2.1979 S. 1414–20

BERGSTEDT, M.: Vestibular clinical examination with use of elecronystagmography.
Aerospace Med. 35: 884–887 (1964)

BERGSTEDT, M.: Stepwise change of amplitude and frequency of vestibular nystagmus.
Advanc. Otorhinolaryngol. 19: 304–310 (1973)

BOENNINGHAUS, H.-G.: Hals-Nasen-Ohrenheilkunde.
Springerverlag 1974, S. 51–61

BOENNINGHAUS, H.-G.: Die experimentellen Vestibularisprüfungen.
Stud. gen. (Berlin) 18: 661–666 (1965)

BOENNINGHAUS, H.-G.: Otogener Schwindel nach Schädelverletzungen.
aus Therapiewoche 29 vom 28.2.1979 S. 1398–1407

BONIVER, R.: Korrelationen zwischen den Parametern der rotatorischen und kalorischen Untersuchungen des Gleichgewichtsorgans.
Verh. Ges. Neurootol. Aequ. 1: 195–220 (1975)

BROWN, J.H.: Interacting vestibular stimuli and nystagmic habituation.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 62: 341–350 (1966)

BUJOSA, G.C.: Electronistagmografia.
An. Med. (Barcelona) 53: 229 (1967)

CERNY, E., HOLUB, M.: Cupulometric chair of own construction.
Csl. Otolaryng. 12: 187–189 (1963)

CLAUSSEN, C.F.: Die graphische Frequenzanalyse des manuell registrierten Blickfolgenystagmus. "Drachenschema".
Z. Laryng. Rhinol. 48: 670–678 (1969)

CLAUSSEN, C.F.: Der Kalorisations-Pendel-Interferenz-Test (KPIT). Eine Untersuchungsmethode der vestibulo-okulären und der retino-okulären Interferenz.
Z. Laryng. Rhinol. 49: 196–204 (1970)

CLAUSSEN, C.F.: Das Frequenzmaximum des kalorisch ausgelösten Nystagmus I als Kennlinienfunktion des geprüften Vestibularorgans.
Acta otolaryng. (Stockholm) 67: 639 (1969)

CLAUSSEN, C.F.: Die quantitative Vestibularisprüfung - eine audiogramm-analoge Auswertung von Nystagmusbefunden (Schmetterlingsschema).
Z. Laryng. Rhinol. 48: (1969)

CLAUSSEN, C.F.: Über die Aufzeichnung und Auswertung ausgewählter quantitativer Gleichgewichtsfunktionsprüfungen.
Habilitationsschrift, Berlin (1970)

CLAUSSEN, C.F.: Über die quantitative klinische Gleichgewichtsfunktionsdiagnostik mit Hilfe systematischer Auswertungsmodelle.
Arch. klin. exp. Ohren-, Nasen-, Kehlkopfheilk. 199 (1971)
Teil II: Kongreßbericht Reichenhall (1971)

CLAUSSEN, C.F.: Der rotatorische Intensitäts-Dämpfungs-Test (RIDT) und seine Auswertung mit Hilfe des L-Schemas.
Arch. klin. exp. Ohren-, Nasen-, Kehlkopfheilk. 197: 351 (1971)

CLAUSSEN, C.F.: Neue Wege der Rationalisierung, Auswertung und Dokumentation in der Vestibulometrie.
Z. Laryng. Rhinol. Otol. 50: 68-77 (1971)

CLAUSSEN, C.F.: Über ein Richtungsüberwiegen nach unten beim Blickfolgetest.
Z. Laryng. Rhinol. Otol. 50: 68-77 (1971)

CLAUSSEN, C.F.: Audiogrammanaloge Auswertungsschemata in der Vestibulometrie.
HNO 19: 276-282 (1971)

CLAUSSEN, C.F.: Das Frequenz-Nystagmogramm, eine einfache quantitative Nystagmusdokumentation für die Praxis ohne Elektronystagmographie.
HNO 18: 216-220 (1970)

CLAUSSEN, C.F.: Die systematische Auswertunv von Elektronystagmogrammen, die Auswahl von repräsentativen Parametern und die Berechnung von Normbereichen.
Verh. Ges. Neurootol. Aequ. 1: 460-490 (1975)

CLAUSSEN, C.F.: Über den Schwindel.
Verh. Ges. Neurootol. Aequ. 1: 1-16 (1975)

CLAUSSEN, C.F.: Über eine Computerdatei mit 3500 Patientendatensätzen als Entscheidungshilfe bei der Bewertung neurootologischer Anamnesen und Funktionsprüfungen (NODEC I).
Arch. klin. exp. Ohren-, Nasen- und Kehlkopfheilkunde 205: 376-380 (1973)

CLAUSSEN, C.F.: Kinetoseanfälligkeit, HNO-ärztlich objektiviert (kalorisches Anpassungs-Zyklogramm).
Arch. klin. exp. Ohren-, Nasen- und Kehlkopfheilkunde 202: 430-432 (1972)

CLAUSSEN, C.F.: Die Gleichgewichtsfunktionsprüfung als Modell einer sensomotorischen Funktionsanalyse.
Ber. d. Physiko-Medica, Bd. 80, Würzburg 1972

CLAUSSEN, C.F., LÜHMANN, M.v.: Das Elektronystagmogramm und die neurootologische Kennliniendiagnostik.
Hamburg 1976

CLAUSSEN, C.F., AUST, G.: Über das kalorisch ausgelöste Nystagmussignal.
Arch. klin. exp. Ohren-, Nasen-, Kehlkopfheilk. 203, 255 (1973)

CLAUSSEN, C.F., AUST, G. LÜHMANN, M.v.: Das vestibuläre Recruitment.
HNO 21: 196-198 (1973)

CLAUSSEN, C.F., TATO, J.M.: Equilibriometria práctica.
Buenos Aires: Hasenclever y Cia (1973)

CLAUSSEN, C.F., AUST, G., LÜHMANN, M.v.: Über das vestibuläre Recruitment und seine Darstellung mittels neuerer neurootologischer Kennlinienverfahren HNO 21: 196-198 (1973)

CLAUSSEN, C.F., RANKE, E., AUST, G., BREU, B.: Schädelhirntrauma, posttraumatischer Schwindel und neurootologisch objektivierbare Hirnfunktionsstörungen.
Dtsch. med. J. 23: 665-668 (1972)

CLAUSSEN, C.F., SCHLACHTA, I.v., CLAUSSEN, E.: Über neue Wege der klinischen Auswertung von Elektronystagmogrammen in der Neurootologie.
Ber. dtsch. Ophthalmol. Ges. 71: 460-465 (1972)

CLAUSSEN, C.F., LENZ, H.: Muster der Schmetterlings-Vestibulometrie und der Tonschwellenaudiometrie bei Labyrinthstörungen.
Z. Laryngol. Rhinol. Otol. 49: 481-489 (1970)

CLAUSSEN, C.F., LÜHMANN, M.v.: Das Elektronystagmogramm und die neurootologische Kennliniendiagnostik .
Edition m+p Dr. Werner Rudat, Hamburg und Neu-Isenburg, 1976

COATS, A.C.: The diagnostic significance of spontaneous nystagmus as observed in the electronystagmographic examination .
Acta oto-laryng. (Stockholm) 67: 33 (1969)

COATS, A.C.: Directional preponderance and unilateral weakness as observed in the electronystagmographic examination.
Ann. Otol. (St. Louis) 74: 655-668 (1965)

CONRAUX, C.: La stimulation oscillante ou pendulaire; sa technique.
Rev. Oto-neuro-ophthal. 39: 444-456 (1967)

DECHER, H.: Zur Technik nystagmographischer Untersuchungen.
Z. Laryng. Rhinol. 43: 757-765 (1964)

DECHER, H.: Moderne Vestibularisdiagnostik.
Med. Welt 18, 18-22 (1967)

DITTRICH, F.L., WILMOT, T.J.: Threshold testing of vestibular function.
Z. Laryng. (London) 79: 888-892 (1965)

DIX, M.R.: Clinical observations upon the vestibular responses in certain disorders of the central nervous system.
Advanc. Otorhinolaryng. 17: 118-128 (1970)

DIX, M.R., HOOD, J.D.: Observations upon the nervous mechanism of vestibular habituation.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 67: 310-318 (1969)

DOETZER, V.: Vergleich der elektronystagmographischen Ein- und Mehrkanaltechnik.
Dissertation, Würzburg, 1976

DOHLMANN, G., HENRIKSSON, N.G. and ANDRÉN, G.: A method for direct registration of the speed of the eye-movements in nystagmic reactions.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 46: 323-333 (1956)

EGMOND, van A., GROEN, J.J., JONGKEES, L.B.W.: The mechanism of the semicircular canal.
J. Physiol. 110, 1 (1949)

ESTELRRICH, P.R., CLAUSSEN, C.F.: Vestibularis-Feindiagnostik mittels Nystagmographie .
(Hüthig, Heidelberg 1975)

FELDMANN, H., EY, W., SIX, H.: Über den Einfluß linearer und rotatorischer Beschleunigungen auf die Labyrinthe bei konzentrischen und exzentrischen Drehreizen.
Arch. Ohr-Nas.-Kehlk. Heilk. 184: 473-482 (1965)

FELDMANN, H.: Das Labyrinth als quantitativ arbeitendes Sinnesorgan. Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Reizstärke und Empfindungsstärke bei rotatorischen Beschleunigungen.
Arch. Ohr.- Nas.- Kehlk. 187: 631-636 (1966)

FERNANDEZ, C., LINDSAY, J.R.: The vestibular Coriolis reaction.
Arch. Otolaryng. (Chicago) 80: 469-472 (1964)

FLUUR, E., MENDEL, L.: Relation between strength of acceleration and duration of postacceleratory nystagmus .
Acta oto-laryng. (Stockholm) 68: 127-136 (1969)

FLUUR, E., MENDEL, L., LAGERSTRÖM, L.: Reproducitbility of duration of latency time in unidirectional perrotatory nystagmus.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 62: 118-124 (1966)

FLUUR, E., MENDEL, L.: Crescendo time for perrotatorily elicited nystagmus.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 69: 239-246 (1970)

FREGLY, A.R., OBERMANN, A., GRAYBIEL, A.: Thousand aviator study: Nonvestibular contributions to postural equilibrium functions.
Aerospace Med. 39: 33-37 (1968)

FRENZEL, H.: Zur Systematik, Klinik und Untersuchungsmethodik der Vestibularisstörungen.
Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk. Heilk. 177: 353-395 (1961)

FRÖLICH, E.: Die Augenbewegungen bei sinu sförmiger Blickpendelfolge.
Dissertation, Würzburg 1976

GABERSEK, V.: Données électronystagmographiques des nystagmus spontanes en dérivations binoculaires et monoculaires.
Rev. Laryng. (Bordeaux) 90: 562 (1969)

GREINER, C.F., CONRAUX, E., COLLARD, M., PICARD, P.: L'intérêt de la méthode rotatoire pendulaire dans l'étude de la reéquilibration vestibulaire.
Rev. Oto-Neuro-Ophthal. 40: 26-39 (1968)

GROEN, J.J.: Central regulation of the vestibular system.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 59: 211-218 (1965)

HAAS, E.: Zur Frage der Altersabhängigkeit der Drehreizschwelle.
Z. Laryng. Rhinol. 43: 238-246 (1964)

HALLPIKE, C.S.: The caloric tests.
J. Laryng. (London) 70: 15 (1956)

HENIN, J., KAPHAN, G.: Les nystagmes spontanes problemes de définition et de terminologie.
Rev. laryng. (Bordeaux) 90: 473-486 (1969)

HENNING, H.: Über die Auswahl und Anlage von Elektronystagmographieelektroden.
Verh. Ges. Neurootol. Aequ. 1: 135-148 (1975)

HENRIKSSON, N.G.: Über die Verzeichnung des Nystagmussignales durch den Einfluß elektrischer Zeitkonstanten.
Verh. Ges. Neurootol. Aequ. 1: 149-159 (1975)

HENRIKSSON, N.G., RUBIN, W., JANEKE, J., CLAUSSEN, C.F.: A synopsis of the vestibular system.
Sandoz-Monographie, Lund, Schweden, 99 (1970)

HINCHCLIFFE, R.: Nystagmus rate as an index of caloric test response.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 65: 311-315 (1968)

HOFMANN, E., SCHERZER, E.: Traumatisch bedingter Lagennystagmus.
Mschr. Ohrenheilk. 103: 418 (1969) Zbl. Hals-Nas.-Ohrenheilk. 101:210 (1970)

HOOD, J.D.: Elektronystagmography.
J. Laryng. (London) 82: 167-183 (1968)

HORTMANN, G.: Über technische Besonderheiten gebräuchlicher Elektronystagmographiegeräte.
Verh. Ges. Neurootol. Aequ. 1: 120-134 (1975)

HOZAWA, J., KAKUTA, M., USAMI, M., KUWAJIMA, R., SATO, K., ASANO, Y., SASKI, Y.: Studies on rotation test.
Tohoku Ig. Z. 67, 234-266 (1964) Jap.

HULK, J., JONGKEES, L.B.W.: The normal cupulogram.
J. Laryng. 62: 70-75 (1948)

INO, H., OKAMOTO, K.: Über die Latenzzeit des Nystagmus.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 176: 56-71 (1963)

JANEKE, J.B., JONGKEES, L.B.W., OOSTERVELD, W.J.: Relationship between otoliths and nystagmus.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 69: 1-6 (1970)

JONGKEES, L.B.W.: Physiologie und Pathophysiologie des Vestibularorgans.
Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk. Heilk. 194: 149 (1969)

JONGKEES, L.B.W.: Elektronystagmographie: Its use and usefullness.
Ann. Otol. (St. Louis) 77: 733 (1968)

KLEIN, E.: Über die Erzeugung des vestibulären Recruitment bzw. Decruitment mittels abgestuften trapezoidalen Drehbeschleunigungen.
Dissertation, Würzburg 1977

KORNHUBER, H.H.: Physiologie und Klinik des vestibulären Systems.
Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk. Heilk. 194: 150 (1969)

KUHL, W., SCHULZ, A.: Der vestibuläre Schwindel.
aus Diagnostik 9, S. 342-345 (1976)

LANG, J.: Anatomische Grundlagen des vestibulären Gleichgewichts.
Verh. Ges. Neurootol. Aequ. 1: 17-50 (1975)

LANSBERG, M.P., GUEDRY, F.E. jr., GRAYBIEL, A.: The effect of changing the resultant linear acceleration relative to the subject on nystagmus generated by angular acceleration.
Aeromed. Acta (Soessberg) 9: 97-122 (1964)

LATKOWSKI, B.: An interpretation of nystagmograms.
Otolaryng. Pol. 22: 627 (1968)

LEDOUX, A., LAUWERS, P., LENNES, G.: La valeur clinique de l'épreuve rotatoire.
Acta oto-rhino- laryng. belg. 17: 403-410 (1963)

MAN, A., LEVENTON, G.: On the significance of nystagmus direction.
J. Laryng. (London) 83: 793 (1969)

MASPETIOL, R., SEMETTE, D., FOURNIER, J.C., KERAVEC, J.: L'habituation vestibulaire par les épreuves rotatoires.
Ann. Oto-laryng. (Paris) 82: 429-434 (1965)

MEIRY, J.L.: The vestibular system and human dynamic space orientation.
NASA Report No. 628, 1966

MINNINGERODE, B., GROHMANN, R.: Untersuchungen zur Bestimmung der maßgebenden Charakteristika des Elektronystagmogramms gesunder Versuchspersonen bei rotatorischen Beschleunigungsreizen.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 61, 101-112 (1966)

MITTERMAIER, R.: Die experimentellen Gleichgewichtsprüfungen.
HNO-Heilkunde, Bd. 3/1, S. 581-642

MITTERMAIER, R.: ROSSBERG, G.: Vestibularisuntersuchungen mit schwellennahen Beschleunigungsreizen.
Archiv Ohr.- usw. Heilk. und Z. Hals- usw. Heilk. Bd. 168: 313-332 (1956)

MONNIER, M.: Neue Aspekte der Physiologie der vestibulären Funktionen.
Schweiz. med. Wschr. 95: 477-486 (1965)

MONTANDON, A., MONTANDON, P., KAPHAN, G., LIBOIS, J.: Zentraler und peripherer Nystagmus. Vergleichende elektronystagmographische Untersuchung über den Effekt experimenteller Reizung der nystagmogenen Zentren und der per- und postrotatorischen Reaktion beim Tier Kaninchen.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 59: 320-328 (1965)

MONTANDON, A., HUGUENIN, S.: Le nystagmus spontane est-il un symptome vestibulaire? Etude experimentale des correlations entre le système nystagmogène et l'appareil vestibulaire.
Rev. Laryng. (Bordeaux) 90: 512 (1969)

MONTANDON, A.: L'épreuve giratoire liminaire dans les traumatismes craniens.
Rev. oto-neuro-ophthal. 39: 238-245 (1967)

MONTANDON, A., HUGUENIN, S., ROHR, A.: Vestibular habituation: Experimental ENG-Results.
ADV otorhinolaryngol. 17: 129-135 (1970)

MORITSCH, E.: Tatsächliche und vermeintliche vestibuläre Unerregbarkeit bei vorhandenem Gehör.
Mschr. Ohrenheilk. 101: 554 (1967)

MÜLLER-KORTKAMP, M.: Eine vergleichende klinische Patientenuntersuchung mittels Augenbeobachtung durch die Frenzelbrille und mittels Elektronystagmographie.
Verh. Ges. Neurootol. Aequ. 1: 160-178 (1975)

OBERMANN, A., LANE, N.E., MITCHELL, E., GRAYBIEL, A.: Thousand aviator study: Distributions and intercorrelations of selected variables.
NASA Joint Report Monograph 12: 216 (1965)

OBERMANN, A., MITCHELL, R.E., GRAYBIEL, A.: Thousand aviator study. Methodology.
Monograph 11, NASA Joint Report, Pensacola, Flo. (1965)

OOSTERVELD, W.J.: The torsion swing.
Pract. oto-rhino-laryng. (Basel) 27: 309-310 (1965)

PHILIPSZOON, A.J., BOS, J.H.: Neck torsion nystagmus.
Pract. oto-rhino-laryng (Basel) 25: 339-344 (1963)

PULEC, J.L.: Clinical Electronystagmography.
Laryngoscope 78: 2033-2048 (1968)

RADZIMINSKI, A., LATKOWSKI, B.: Certain comparative data from electro-nystagmographic investigations of rotational and postrotational nystagmus in healthy subjects.
Otolaryng. pol. 22: 799-805 (1968)

RUBIN, W.: Klinische Informationen aus dem ENG.
Verhandlungen d. Ges. Neurootol. Aequ. 1, 221-233 (1975)

RUBIN, W., NORRIS, C.: Electronystagmography-(ENG)-technique and significance.
Laryngoscope 76: 961-969 (1966)

SAKATA, E., TAKAHASHI, K.: Die Läsion des vertikalen und die Läsion des horizontalen Systems im optokinetisch-vestibulären System.
Acta oto-rhinol. (Suppl.) (Stockholm), (330) 107-113/1975

SCHARFETTER, F.: Über den Schwindel.
aus Deutsche Med. Wschr. v. 28.10.1977, S. 1561-1564

SCHÖDER, H.J., HAAKE, K.: Erfahrungen mit der Habituation bei Vestibularisstörungen.
Z. Laryng. Rhinol. 47: 370-377 (1968)

SCHMALTZ, G.: The physical phenomena occuring in the semicircular canals during rotatory and thermic stimulation.
Proc. Roy. Soc. Med. 25: 359-381 (1932)

SCHOTT, E.: Über die Registrierung des Nystagmus und anderer Augenbewegungen vermittels des Saitengalvanometers.
Dtsch. Arch. klin. Med. 140: 79-90 (1922)

SCHUBERT, G.: Radialbeschleunigung und räumliche Lokalisation.
Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk. Heilk. 184: 65-69 (1964)

SCHÜTTLER: Über die Beeinflussung der Mehrkanal-AC-Elektronystagmographie durch die Elektrodenhautwiderstände.
Dissertation, Würzburg 1977

SPOENDLIN, H.: Über die Polarisation der vestibulären Sinnesepithelien.
Pract. oto-rhino-laryng- (Basel) 26: 418-432 (1964)

SPOENDLIN, H.: Strukturelle Eigenschaften der vestibulären Rezeptoren.
Schweiz. Arch. Neurol. Neurochir. Psychiat. 96: 219-230 (1965)

STEINHAUSEN, W.: Über den Nachweis der Bewegung der Cupula in der intakten Bogengangsampulle des Labyrinthes bei der natürlichen rotatorischen und kalorischen Reizung.
Pflügers Arch. Ges. Physiol. 228: 322 (1931)

STENGER, H.-H.: Zur Analyse des Schwindels: Neuro-otolog. Diagnostik.
aus Therapiewoche 29 v. 28.2.1979, S. 1324-1332

TAKAYASU, S., KATORI, S.: Rotational stimulation and autonomic reaction.
Otol. Fukuoka 14: 153-160 (1969)

TIBBLING, L.: The rotatory nystagmus response in children.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 68: 459-467 (1969)

TOCZEK, St., HYDE, J.E.: Effect of vestibular nerve section on torsion and evoked rotatory movements.
Exp. Neurol. (N.Y.) 8: 143-154 (1963)

TOROK, N.: Nystagmus frequency versus slow phase velocity in rotatory and caloric nystagmus.
Ann. Otol. (St. Louis) 78: 625-639 (1969)

TOROK, N.: Nystagmus parameters of various rotatory stimuli.
Acta oto-laryng. (Stockholm) 62: 109-117 (1966)

TRINCKER, D.: Physiologie des Gleichgewichtsorgans.
HNO-Heilk. Bd. 3, Teil I, S. 313-361

USAMI, M.: Study on the influence of rotatory stimulation upon respiration.
J. oto-rhino-laryng. Soc. Jap. 65: 662-671 (1962)

WILMOT, T.J.: The application of modern vestibulometry to the problem of vertigo.
J. Laryng. (London) 80: 1156-1172 (1966)

WODAK, E.: Physio-pathologische Probleme des menschlichen Vestibularapparates.
Pract. oto-rhino-laryng. (Basel) 13: 256-262 (1951)

ZANGEMEISTER, W.H.: Nystagmus als diagnostisches Kriterium in der Neurologie.
aus Fortschr. Med. 97. Jahrg. 1979

ZELENKA, J., SLANINOVA, R.: Changes of labyrinth function due to age.
Csl. Otolaryng. 13: 21-26 (1964)

Herrn Prof. Dr. C.F. CLAUSSEN gilt mein aufrichtiger Dank für die freundliche Überlassung des Themas, die Anleitung und großzügige Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit und Auswertung der Ergebnisse.

Ebenso geht mein Dank an Herrn Prof. Dr. W. KLEY für die Übernahme des Korreferates.

LEBENSLAUF

Am 13. April 1949 wurde ich als erstes von drei Kindern des Arztes für Allgemeinmedizin Dr. Gustav Fischer und dessen Ehefrau Anna in Kürnach/Würzburg geboren.

Von 1955 - 1959 besuchte ich die Volksschule in Unterpleichfeld. Danach wechselte ich auf das Neusprachliche Gymnasium der St. Ursula-Schule in Würzburg über, wo ich nach neunjährigem Schulbesuch im Juli 1968 das Abitur bestand.

Im WS 1968/69 begann ich das Studium der Biologie an der Universität Würzburg, im WS 1970/71 das Studium der Medizin, bestand 1974 das Physikum und im Juli 1977 das medizinische Staatsexamen.

Vom 1. Oktober 1977 - 31. März 1978 erfolgte eine sechsmonatige Medizinalassistentenzeit auf der Chirurgischen Abteilung des Kreiskrankenhauses Gerolzhofen, anschließend eine halbjährliche Medizinalassistentenzeit auf der Inneren Abteilung des Kreiskrankenhauses Marktheidenfeld, wo ich bis zum 30. April 1979 als Assistenzärztin blieb.

Seit dem 1. Mai 1979 bin ich in der väterlichen Allgemeinpraxis tätig.

Doricumme Fischer